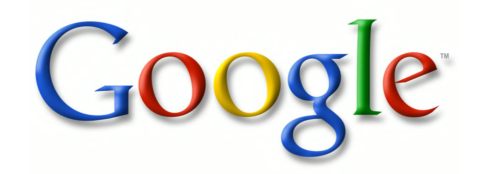


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

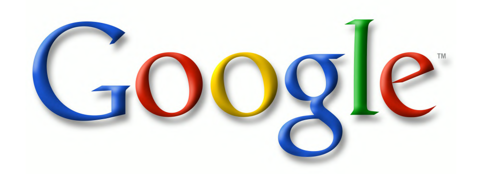
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



### Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

### Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

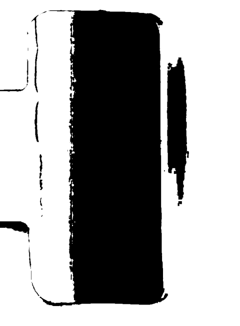
+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

### Über Google Buchsuche

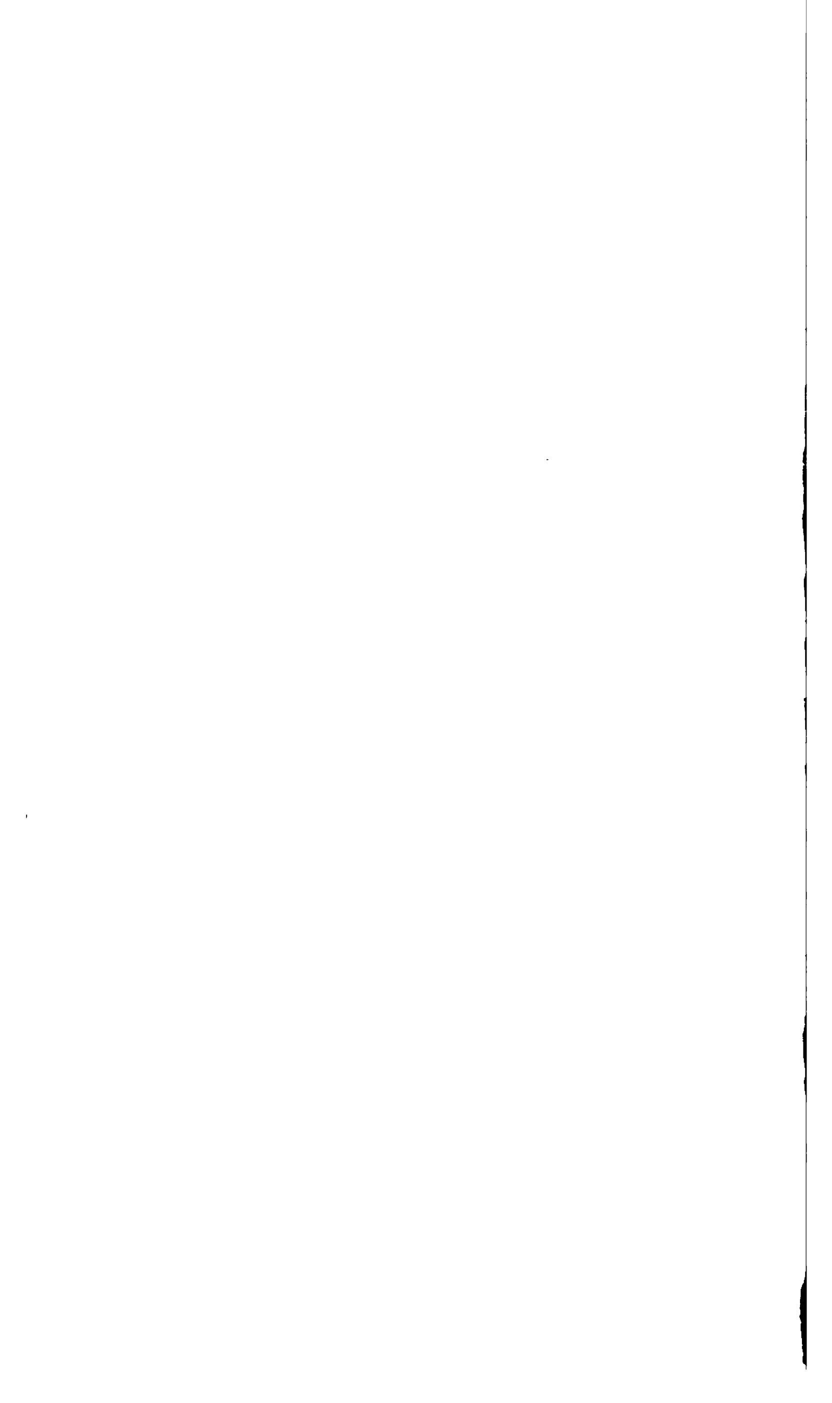
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

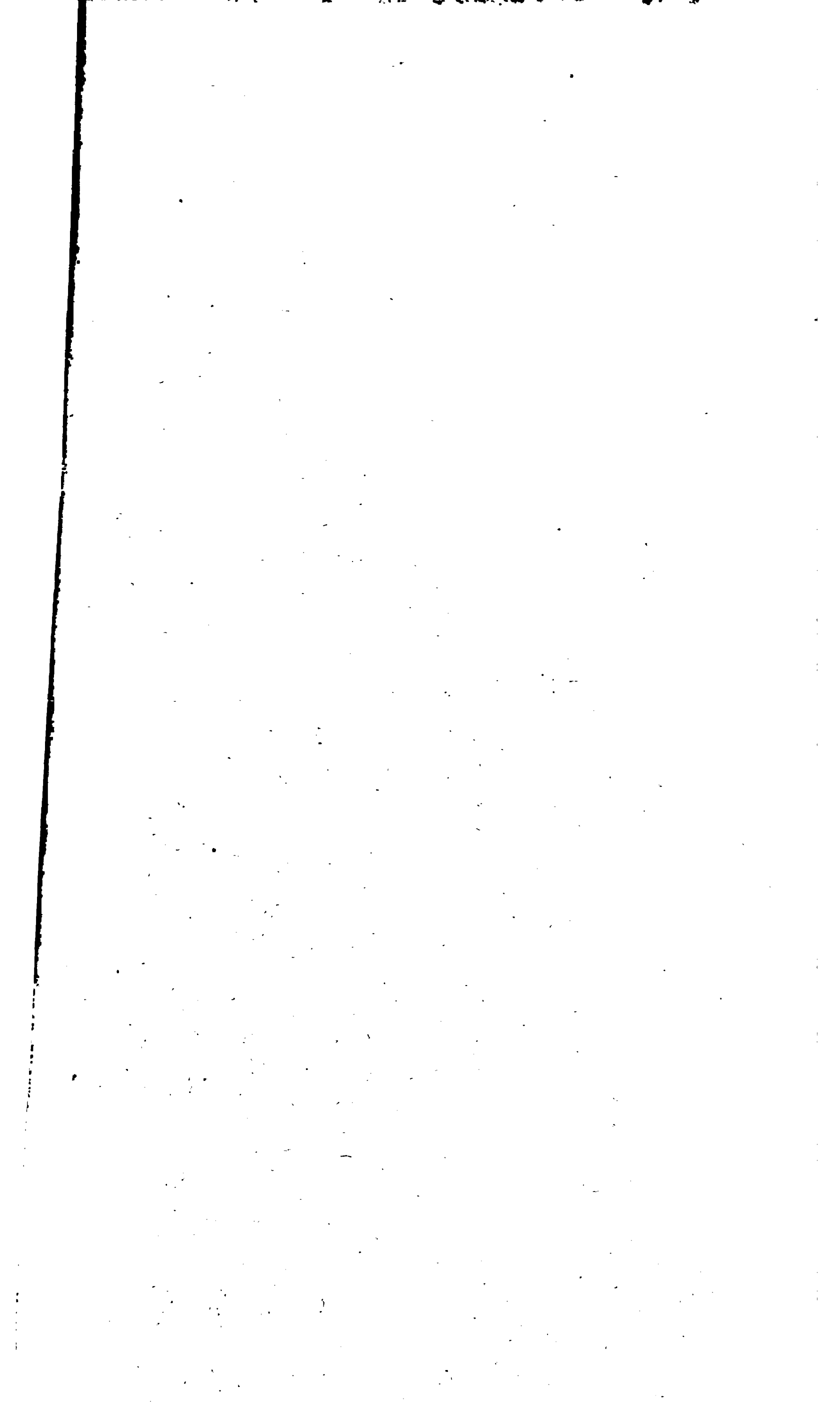


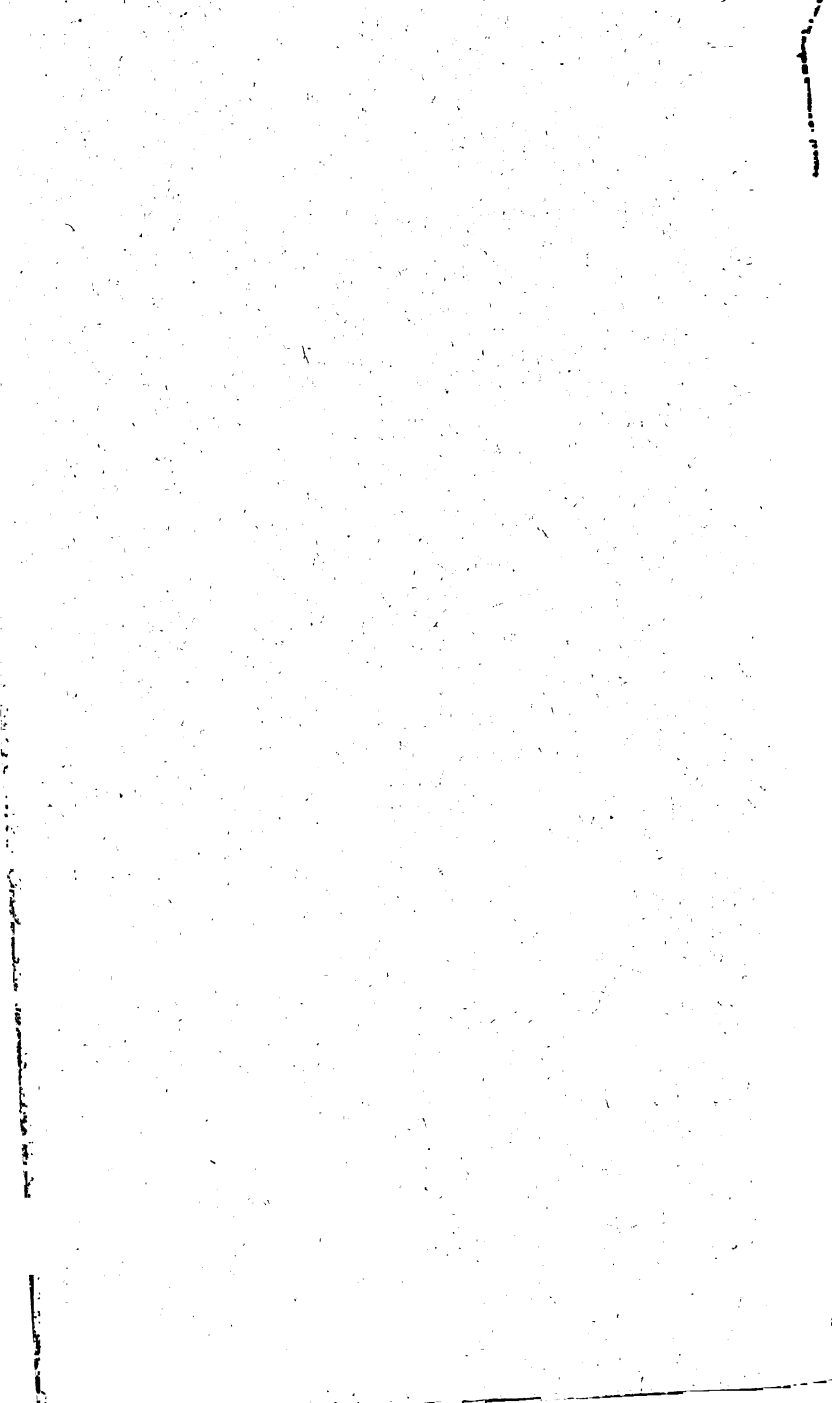
General Library System
University of Wisconsin-Madison
728 State Street
Madison, WI 53706-1494
U.S.A.

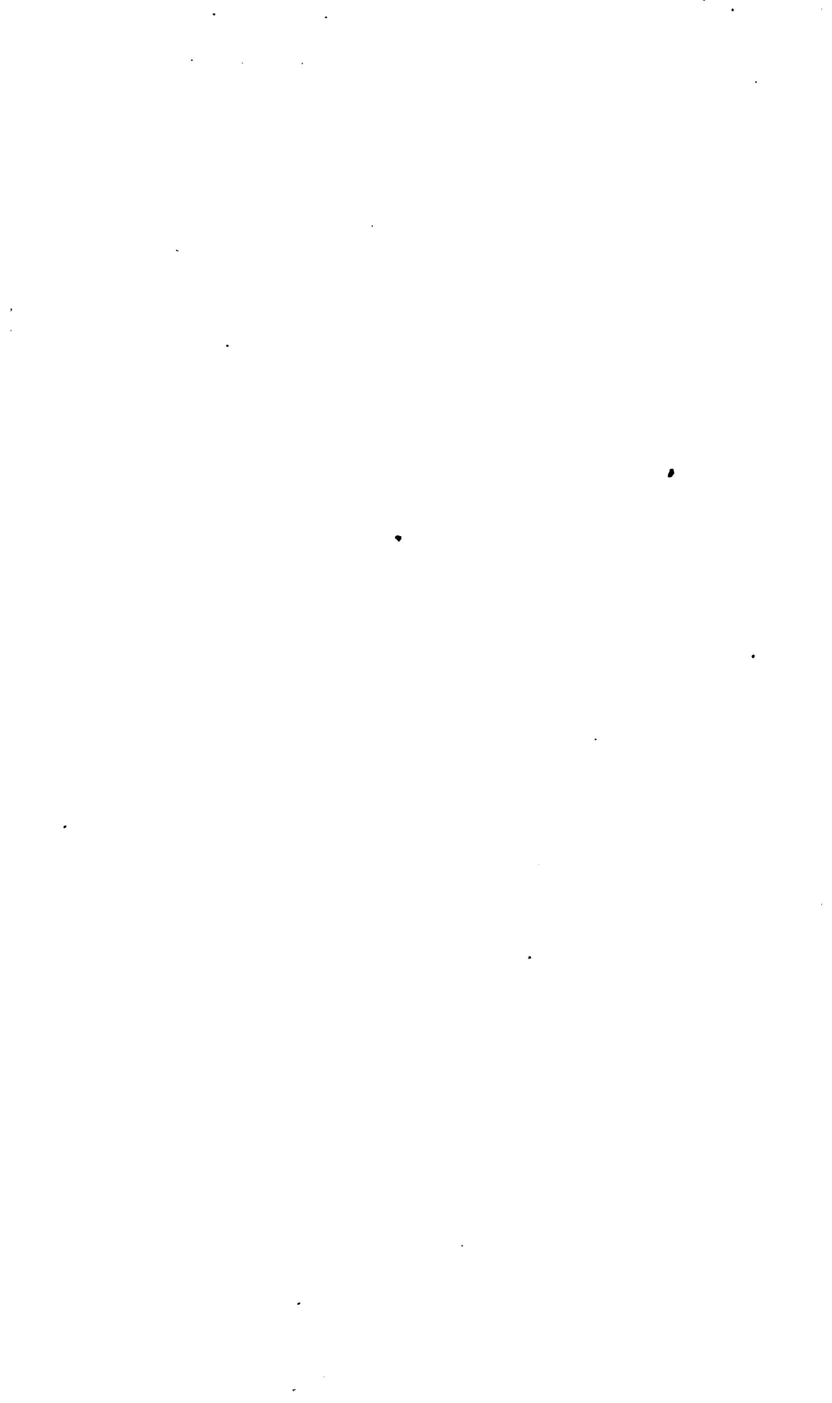




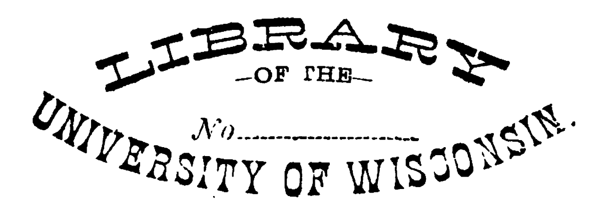













Die

# Dampfmaschinen.

Nachdruck sowie Abdruck von einzelnen Abschnitten oder Tabellen ist ohne Einwilligung des Verfassers nicht gestattet. Ebenfalls wird das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen vorbehalten.

Die

# Dampfmaschinen

unter hauptsächlichster Berücksichtigung
completer Dampfanlagen, sowie

## marktfähiger Maschinen

von 200—1000 mm Kolbenhub
mit den gebräuchlichsten Schiebersteuerungen.

---

EIN HANDBUCH
für
Entwurf, Construction, Gewichts- und Kostenbestimmungen, Ausführung und Untersuchung der Dampfmaschinen, sowie für damit zusammenhängende Kesselanlagen, Rohrleitungen, Pumpen etc.

Aus der Praxis für die Praxis

bearbeitet von

HERM. HAEDER
Civil-Ingenieur
Duisburg a/Rh.

---

Mit 1155 Figuren, 206 Tabellen und zahlreichen Beispielen.



Düsseldorf.
Druck und Commissions-Verlag von L. Schwann.
1890.

Ratschläge aus den Kreisen der Fachgenossen betreffs Mitteilung von Unrichtigkeiten und Abänderungsvorschlägen für Neuauflagen werden vom Verfasser stets dankbar entgegengenommen.

695 | 510

THD
.H11

# Vorwort.

Bei dem heutigen Stande des Weltmarktes darf der Constructeur nicht zu viel Zeit mathematischen Untersuchungen opfern, er muss Resultate aus der Praxis sammeln, dieselben sich einprägen und notieren und zwar in Form von wirklichen Werten, nicht in sog. Formeln nach Bezugseinheiten, denn letztere sind nur in gewissen Grenzen brauchbar und lassen immer die Möglichkeit von Rechenfehlern zu. Vergleicht man die Resultate von Formeln des einen Schriftstellers mit denen des anderen, so finden sich oft die grössten Widersprüche. Das vorliegende Werk bringt Erfahrungsresultate aus der Praxis, und um seinen Wert wesentlich zu erhöhen, sind die Tabellen so eingerichtet, dass zwischen den einzelnen Rubriken noch Vergleichs- resp. Zwischenwerte eingetragen werden können. Text ist möglichst vermieden, dagegen ist auf Deutlichkeit der Tabellen und Zeichnungen (als die Sprache des Technikers) Rücksicht genommen. Die Abschnitte I—VIII behandeln speciell die Dampfmaschinen. Der weitere Inhalt soll als Leitfaden beim Projectieren, Veranschlagen, Ausführen und Untersuchen der Dampfanlagen dienen.

Denjenigen Firmen und Collegen, welche mich bei Bearbeitung des Werkes mit Rat und That unterstützten, sage ich hiermit besten Dank.

Möge sich denn dieses Buch und seine Methode viele Freunde erwerben.

Duisburg a/Rh., im Juni 1890.

Der Verfasser.

# Inhalts-Verzeichnis.

## Abschnitt I.

### A. Hauptdimensionen.



### B. Bauarten.



### C. Benennungen.



## Abschnitt II.

### Constructions-Erläuterungen.

# Abschnitt III.

## Normalien der Dampfmaschinen

von 200—1000 mm Kolbenhub.



Einfache Schieber-Steuerung $A_e$



Expansionsschieber-Steuerung o C



Expansionsschieber-Steuerung m C

---

## Abschnitt IV.

### Gewichte, Hauptmaasse, Raumbedarf und Modellkosten.

#### A. Gewichte der einzelnen Dampfmaschinenteile.



#### B. Hauptmaasse.



#### C. Raumbedarf.



#### D. Modellkosten.



---

## Abschnitt V.

### Constructionsregeln.

## Abschnitt VI.

### Steuerungen.



Umsteuerungen:

---

# Abschnitt VII.

## Effect-Berechnung und Dampfverbrauch.



---

## Abschnitt VIII.

Seite

### Die Wirkung der Massen in der Dampfmaschine.



## Abschnitt IX.

### Brems- und Indikator-Versuche.



## Abschnitt X.

### Schiffsmaschinen und dreistufige Expansions-Maschinen.

Compound-Maschinen:



Umsteuerungen für Schiffsmaschinen:



Dreifach-Expansions-Maschinen.

a. Als Schiffsmaschine:



b. Als stationäre Maschine:



## Abschnitt XI.

### Dampfkessel und Schornsteine.

---

## Abschnitt XII.

### Rohrleitung und Armaturen.



---

## Abschnitt XIII.

Seite

### Lieferungsbedingungen, Garantieen und Kosten der Dampfanlagen



---

## Abschnitt XIV.

### Verschiedene Motoren.



---

## Abschnitt XV.

### Verschiedene Normalien und Tabellen.

---

## Abschnitt XVI.

### Pumpen und Compressoren.

a. Wasserpumpen:



b. Compressionsmaschinen:

# Alphabetisches Sachregister

**(kurz gefasst.)**

Die Zahlen bedeuten die Nummern der Seiten. T, dass eine Tabelle; Tn, dass mehrere Tabellen folgen, GT Gewichtstabelle.

**Vor Gebrauch** des Buches wolle man folgende **Berichtigungen** eintragen:

S. 4 Tab. 8 setze unter Rubrik $V: v$ 2,82 statt: 2,67; 2,80 statt: 2,84; 2,70 statt: 2,67; 2,70 statt: 2,76.

S. 51 Z. 4 v. u. muss es heissen: Condensator der Dampf- und Spinnerei-Maschinen-Fabrik in Chemnitz.

S. 53 Z. 4 v. o. Vorderer Rahmenfuss statt: Hinterer Rahmenfuss.

S. 55 in Tab. 23 ist „$H$“ und „$D$“ zu vertauschen.

S. 93 in Tab. 46 in der Reihe der Maschine 200/300, Rubrik unter „$g$“ 169 statt: 159; unter „$t$“ 690 statt: 590.

S. 156 in Tab. 78 im Tab.-Kopf Stellbacken Rtg statt: Schr.

S. 166 Z. 3 v. u. $p \cdot v$ bis zu 50 statt: $p \cdot v$ bis zu 100.

S. 166—168 vor Gleich. 1, 3, 4 ist zu setzen, wenn, wie gewöhnlich, $M_b < M_d$. s. auch S. 379.

S. 168 Z. 6 v. o. und für $d_2$ statt: und für $d_I$.

S. 180 Z. 3 v. o. $E = 2000000$ statt: $E$ 20000.

S. 181 Z. 3 v. o. lies $\delta = 2 + \frac{D}{100}$ in cm.

S. 183 Z. 7 v. o. F statt: Q.

S. 184 Z. 12 v. o. Tab. 104 statt: Tab. 103.

S. 209 Z. 3 v. o. lies: Kolbenweges sich die Temperatur nicht ändert, ist:

S. 231 Z. 1 v. u. dessen Radius statt: dessen Länge.

S. 231 Z. 5 v. u. muss es heissen:

$$X_m = l + l_I - \frac{r^2}{2\,l} \cos^2 \delta + (c^2 - u^2) \frac{l - q}{2\,l\,q} = L.$$

S. 234 Z. 4 v. u. $(a) = \frac{1}{2}\, r \sin \delta \pm \frac{1}{2}\, r \cos \delta$ statt: $(a) = \frac{1}{2}\, r\, (\sin \delta \pm \frac{1}{2}\, r \cos \delta)$.

S. 235 Z. 3 v. o. wird er bei statt: wird bei.

S. 237 Z. 5 v. u. ist zu setzen: $\frac{e}{f} = \frac{l_0}{l} \left(1 \pm \sqrt{1 + \frac{l}{l_I}}\right)$

S. 239 Z. 3 v. o. in derselben Weise statt: in derselben.

S. 241 Z. 2 v. u. $r \sin \delta = \frac{l}{l_I} (s + v)$ statt: $r \sin \delta = \frac{l}{l} (s + v)$.

S. 265 Z. 12 v. o. $h' = \frac{2,35 \cdot 1,05}{8,75} - 0,05 = 0,23$ statt:

$$h' = \frac{2,35 \cdot 1,05}{h' + 0,05} - 0,05 = 0,23.$$

S. 269 Z. 2 v. o. Dampfverbrauch $S_i$ statt: Dampfverbrauch $S$.

S. 300 Z. 1 v. u. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1887 Seite 445 statt: Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1837 Seite 445.

S. 405 Z. 2 v. o. Luft-Diagramm statt: Dampf-Diagramm.

# Abschnitt I.

## Hauptdimensionen, Bauarten, Benennungen.

Als Anhalt zur Beurteilung der Grösse einer Dampfmaschine gelte uns **der Durchmesser des Dampfcylinders** und der **Kolbenhub.** Inbezug auf die Güte resp. den Wert der Maschine kommen unter anderem hauptsächlich in Betracht:

Die Dimensionen und Construction des Kurbelzapfenlagers;

Die Dimensionen und Construction des Kurbelwellenlagers;

Grösse und Gewicht des Schwungrades;

Die Art der Steuerung.

Das Verhältnis des Kolbenhubes zum Cylinderdurchmesser variiert bei Transmissionsdampfmaschinen von 1,5 bis 2, bei sog. Schnellläufern von 0,75 bis 1,25.

Der Fabrikant der Dampfmaschinen muss darauf bedacht sein, mit möglichst wenig Modellen recht viele Maschinen in gleichmässig steigenden Leistungen herstellen zu können, er wird also bei der Construction einer neuen Maschine auf die bereits vorhandenen Modelle achten und sich von vorn herein für eine bestimmte Reihenfolge in den Hauptdimensionen entscheiden.

Am bequemsten ist es, die Maasse des Cylinderdurchmessers und des Kolbenhubes abzurunden, wenn auch das Verhältnis derselben nicht immer dasselbe ist.

In den nachstehenden Tabellen 1—22 sind die gebräuchlichsten Hauptdimensionen angegeben.

# Transmissionsdampfmaschinen (eincyl.). Tab. 1—6.

## Tabelle 1 (lang bauend).

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub . . . . . . . . . . | $H$ | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
| Cylinderdurchmesser . . . . | $D$ | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| Verhältnis . . . . . . . . | $H:D$ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Umdrehungen pr. Minute . . | $n$ | 105 | 90 | 80 | 75 | 70 | 67,5 | 65 | 62,5 | 60 |
| Durchm. des Schwungrades in | $m$ | 1,7 | 2,1 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 |

## Tabelle 2 (Erweiterung von Tab. 1).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub . . . . . . . . . . | $H$ | 400 | 400 | 500 | 500 | 600 | 600 | 700 | 700 | 800 | 800 | 900 | 900 | 1000 | 1000 | 1100 | 1100 | 1200 | 1200 |
| Cylinderdurchmesser . . . . | $D$ | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 650 |
| Verhältnis . . . . . . . . | $H:D$ | 2 | 1,77 | 2 | 1,82 | 2 | 1,85 | 2 | 1,87 | 2 | 1,89 | 2 | 1,90 | 2 | 1,91 | 2 | 1,91 | 2 | 1,85 |
| Umdrehungen pr. Minute . . | $n$ | 105 | 105 | 90 | 90 | 80 | 80 | 75 | 75 | 70 | 70 | 67,5 | 67,5 | 65 | 65 | 62,5 | 62,5 | 60 | 60 |
| Durchm. des Schwungrades in | $m$ | 1,7 | 1 9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 3,0 | 3,2 | 3,5 | 3,7 | 4,0 | 4,2 | 4,5 | 4,7 | 5,0 | 5,2 | 5,5 | 5,7 |

## Tabelle 3 (kurz bauend).

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub . . . . . . . . . . | $H$ | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
| Cylinderdurchmesser . . . . | $D$ | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |
| Verhältnis . . . . . . . . | $H:D$ | 1,6 | 1,66 | 1,71 | 1,75 | 1,77 | 1,8 | 1,81 | 1,83 | 1,85 |
| Umdrehungen pr. Minute . . | $n$ | 120 | 105 | 95 | 85 | 77 | 70 | 65 | 62 | 60 |
| Durchm. des Schwungrades in | $m$ | 1,8 | 2,1 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 |

## Tabelle 4 (Erweiterung von Tab. 3).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub . . . . . . . . . *H* | 400 | 400 | 500 | 500 | 600 | 600 | 700 | 700 | 800 | 800 | 900 | 900 | 1000 | 1000 | 1100 | 1100 | 1200 | 1200 |
| Cylinderdurchmesser . . . . *D* | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 650 | 700 |
| Verhältnis . . . . . . . . *H* : *D* | 1,77 | 1,60 | 1,82 | 1,66 | 1,85 | 1,71 | 1,87 | 1,75 | 1,89 | 1,77 | 1,90 | 1,80 | 1,91 | 1,81 | 1,91 | 1,83 | 1,85 | 1,72 |
| Umdrehungen pr. Minute . . *n* | 120 | 120 | 105 | 105 | 95 | 95 | 85 | 85 | 77 | 77 | 70 | 70 | 65 | 65 | 62 | 62 | 60 | 60 |
| Durchm. des Schwungrades in *m* | 1,8 | 1,8 | 2,1 | 2,1 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 5,0 | 5,5 | 5,5 |

## Tabelle 5 (kurz bauend).

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub . . . . . *H* | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1200 |
| Cylinderdurchmesser . *D* | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 |
| Verhältnis . . . . *H* : *D* | 1,5 | 1,55 | 1,6 | 1,64 | 1,66 | 1,69 | 1,71 | 1,75 | 1,77 | 1,80 | 1,81 | 1,83 | 1,85 |
| Umdreh. pr. Minute . *n* | 145 | 130 | 120 | 112 | 105 | 100 | 95 | 85 | 77 | 70 | 65 | 62 | 60 |
| Durchm. d. Schwungr. in *m* | 1,5 | 1,65 | 1,8 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 |

## Tabelle 6.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub . . . . . *H* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cylinderdurchmesser . *D* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verhältnis . . . . *H* : *D* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umdreh. pr. Minute . *n* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Durchm. d. Schwungr. in *m* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# Compound-Dampfmaschinen mit Condensation. Tab. 7—10.

## Tabelle 7.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gemeinschaftlicher Hub . . . . . . . | $H$ | 500 | 500 | 600 | 600 | 700 | 700 | 800 | 800 | 900 | 900 | 1000 | 1000 | 1100 | 1100 | 1200 | 1200 |
| Durchm. des Hochdruckcylinders . . | $d$ | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 |
| „ „ Niederdruckcylinders . . | $D$ | 400 | 435 | 470 | 510 | 550 | 590 | 630 | 670 | 710 | 750 | 790 | 830 | 870 | 910 | 950 | 1000 |
| Verhältnis der Cylindervolumen . . | $V:v$ | 2,6 | 2,51 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,51 | 2,51 | 2,52 | 2,52 | 2,52 | 2,53 | 2,53 | 2,53 | 2,59 | 2 59 |
| Verhältnis . . . . . . . . . . . . | $H:d$ | 2 | 1,81 | 2 | 1,84 | 2 | 1,86 | 2 | 1,88 | 2 | 1,89 | 2 | 1,90 | 2 | 1,91 | 2 | 1,92 |
| Umdrehungen pr. Minute . . . . . . | $n$ | 90 | 90 | 80 | 80 | 75 | 75 | 70 | 70 | 67,5 | 67,5 | 65 | 65 | 62 | 62 | 60 | 60 |
| Durchm. des Schwungrades in $m$ . . . . | | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,5 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 4,5 | 5,0 | 5,0 | 5,5 | 5,5 |

## Tabelle 8.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gemeinschaftlicher Hub . . . . . . . | $H$ | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 |
| Durchm. des Hochdruckcylinders . . | $d$ | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 |
| „ „ Niederdruckcylinders . . | $D$ | 420 | 460 | 500 | 540 | 580 | 620 | 660 | 700 | 740 | 780 | 820 | 860 | 900 | 950 | 1000 |
| Verhältnis der Cylindervolumen . . | $V:v$ | 2,67 | 2,84 | 2,81 | 2,8 | 2,79 | 2,77 | 2,76 | 2,75 | 2,74 | 2,73 | 2,67 | 2,76 | 2,71 | 2,7 | 2,75 |
| Verhältnis . . . . . . . . . . . . | $H:d$ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Umdrehungen pr. Minute . . . . . . | $n$ | 90 | 85 | 80 | 78 | 75 | 73 | 70 | 70 | 68 | 66 | 65 | 64 | 62 | 62 | 60 |
| Durchm. des Schwungrades in $m$ . . . . | | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 2,7 | 3,0 | 3,2 | 3,5 | 3,7 | 4,0 | 4,2 | 4,5 | 4,7 | 5,0 | 5,2 | 5,5 |

## Tabelle 9 (kurz bauend).

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gemeinschaftlicher Hub . . . . . . . $H$ | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | |
| Durchm. des Hochdruckcylinders . . $d$ | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | |
| „ „ Niederdruckcylinders . . $D$ | 450 | 530 | 610 | 690 | 770 | 850 | 930 | |
| Verhältnis der Cylindervolumen . . $V:v$ | 2,29 | 2,32 | 2,35 | 2,37 | 2,39 | 2,42 | 2,43 | |
| Verhältnis . . . . . . . . . . . $H:d$ | 1,66 | 1,71 | 1,75 | 1,77 | 1,8 | 1,81 | 1,83 | |
| Umdrehungen pr. Minute . . . . . . $n$ | 90 | 80 | 75 | 70 | 67 | 65 | 60 | |
| Durchm. des Schwungrades in $m$ . . . . | 2,3 | 2,8 | 3,3 | 3,8 | 4,2 | 4,7 | 5,2 | |

## Tabelle 10.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gemeinschaftlicher Hub . . . . . . . $H$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Durchm. des Hochdruckcylinders . . $d$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| „ „ Niederdruckcylinders . . $D$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verhältnis der Cylindervolumen . . $V:v$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verhältnis . . . . . . . . . . . $H:d$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umdrehungen pr. Minute . . . . . . $n$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Durchm. des Schwungrades in $m$ . . . . | | | | | | | | | | | | | | | | |

# Kleinmotoren. Tab. 11—14.

**Tabelle 11.** (Aachener Dampfmotorenfabrik, Arndt & Marichal, Aachen.)

| Nummer d. Masch. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub . . . | 130 | 130 | 150 | 150 | 150 | 180 | 180 | 180 | 210 | 210 | 210 | 210 | 230 | 230 | 230 | 230 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 300 | 300 | 350 | 350 |
| Cylinderdurchm. . | 75 | 90 | 90 | 105 | 120 | 105 | 120 | 135 | 120 | 135 | 150 | 170 | 120 | 135 | 150 | 170 | 135 | 150 | 170 | 185 | 200 | 185 | 200 | 200 | 225 |
| Umdrehungen . . | 250 | 250 | 225 | 225 | 225 | 200 | 200 | 200 | 175 | 175 | 175 | 175 | 160 | 160 | 160 | 160 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 130 | 130 | 115 | 115 |
| Schwungrad-Durchm. *m* | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,35 | 1,35 | 1,50 | 1,50 |
| „ Breite . . | 60 | 70 | 70 | 75 | 75 | 80 | 85 | 90 | 90 | 90 | 105 | 125 | 90 | 100 | 110 | 140 | 90 | 110 | 120 | 150 | 180 | 180 | 200 | 200 | 225 |
| Gewicht ca. . . *kg* | 160 | 180 | 200 | 220 | 250 | 300 | 325 | 350 | 360 | 380 | 400 | 440 | 450 | 480 | 510 | 550 | 575 | 625 | 675 | 725 | 800 | 925 | 975 | — | — |

**Tabelle 12.**

| Kolbenhub . . . . . . . . . *H* | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cylinderdurchmesser . . . . *D* | 90 | 110 | 135 | 160 | 190 | 225 |
| Verhältnis . . . . . . . . *H : D* | 1,38 | 1,36 | 1,48 | 1,56 | 1,50 | 1,55 |
| Umdrehungen pr. Minute . . *n* | 220 | 200 | 180 | 160 | 140 | 120 |
| Durchm. des Schwungrades in *m* | 0,55 | 0,65 | 0,80 | 1,0 | 1,30 | 1,60 |

## Tabelle 13.

| Kolbenhub . . . . . . . . . . $H$ | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 350 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cylinderdurchmesser . . . . $D$ | 70 | 85 | 100 | 115 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 220 | |
| Verhältnis . . . . . . . . . $H:D$ | 1,42 | 1,41 | 1,4 | 1,39 | 1,38 | 1,42 | 1,46 | 1,5 | 1,53 | 1,55 | 1,57 | 1,6 | 1,59 | |
| Umdrehungen pr. Minute . . $n$ | 240 | 230 | 220 | 210 | 200 | 190 | 180 | 170 | 160 | 150 | 140 | 130 | 120 | |
| Durchm. des Schwungrades in $m$ | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0·7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1.4 | 1,5 | 1,6 | |

## Tabelle 14.

| Kolbenhub . . . . . . . . . . $H$ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cylinderdurchmesser . . . . $D$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Verhältnis . . . . . . . . . $H:D$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Umdrehungen pr. Minute . . $n$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Durchm. des Schwungrades in $m$ | | | | | | | | | | | | | | |

# Schnelllaufende Eincylinder-Dampfmaschinen. Tab. 15—18.

## Tabelle 15 (Pokorny & Wittekind, Bockenheim-Frankfurt a./M.).

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub . . . . . . $H$ | | | | | 200 | 200 | 250 | 250 | 300 | 300 | 350 | 350 | 400 | 400 | 450 | 450 |
| Cylinderdurchmesser . . $D$ | | | | | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 |
| Verhältnis . . . . $H:D$ | | | | | 1,33 | 1,14 | 1,25 | 1,11 | 1,2 | 1,09 | 1,16 | 1,07 | 1,14 | 1,06 | 1,12 | 1,05 |
| Umdrehungen pr. Minute $n$ | | | | | 350 | 350 | 280 | 280 | 235 | 235 | 200 | 200 | 180 | 180 | 160 | 160 |
| Durchm. d. 2 Schwungr. in $m$ | | | | | 1,0 | 1,0 | 1,25 | 1,25 | 1,5 | 1,5 | 1,75 | 1,75 | 2,0 | 2,0 | 2,25 | 2,25 |

## Tabelle 16 (Menk & Hambrock, Ottensen).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub . . . . . . $H$ | | | | 170 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | | | | | | |
| Cylinderdurchmesser . . $D$ | | | | 205 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | | | | | | |
| Verhältnis . . . . $H:D$ | | | | 0,83 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | | | | | | |
| Umdrehungen pr. Minute $n$ | | | | 350 | 320 | 300 | 290 | 280 | 260 | 250 | 240 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## Tabelle 17.

| Kolbenhub . . . . . . $H$ | | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 225 | 250 | 300 | | 350 | | 400 | | 450 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cylinderdurchmesser . . $D$ | | 140 | 165 | 190 | 215 | 240 | 270 | 300 | 340 | 400 | | 450 | | 500 | | 550 | |
| Verhältnis . . . . $H:D$ | | 0,71 | 0,72 | 0,73 | 0,74 | 0,75 | 0,74 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | | 0,77 | | 0,8 | | 0,81 | |
| Umdrehungen pr. Minute $n$ | | 410 | 390 | 370 | 350 | 330 | 310 | 290 | 270 | 250 | | 220 | | 190 | | 160 | |
| Durchm. d. 2 Schwungr. in $m$ | | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,5 | | 1,75 | | 2,0 | | 2,25 | |

## Tabelle 18.

| Kolbenhub . . . . . . $H$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cylinderdurchmesser . . $D$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verhältnis . . . . $H:D$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Umdrehungen pr. Minute $n$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Durchm. d. 2 Schwungr. in $m$ | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# Schnelllaufende Compound-Dampfmaschinen ohne Condensation. Tab. 19—22.

## Tabelle 19 (Pokorny & Wittekind, Bockenheim-Frankfurt a./M.).

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gemeinschaftlicher Hub . . . . . . . $H$ | | | | | 250 | 250 | 300 | 300 | 350 | 350 | 400 | 400 | 450 | 450 |
| Durchm. des Hochdruckcylinders . . $d$ | | | | | 175 | 195 | 210 | 230 | 250 | 270 | 285 | 320 | 355 | 390 |
| „ „ Niederdruckcylinders . . $D$ | | | | | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 450 | 500 | 550 |
| Verhältnis der Cylindervolumen . . $V:v$ | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Verhältnis . . . . . . . . . . . . $H:d$ | | | | | 1,42 | 1,28 | 1,43 | 1,3 | 1,4 | 1,3 | 1,4 | 1,25 | 1,27 | 1,16 |
| Umdrehungen pr. Minute . . . . . . $n$ | | | | | 280 | 280 | 235 | 235 | 200 | 200 | 180 | 180 | 160 | 160 |
| Durchm. der 2 Schwungräder in $m$ . . . . | | | | | 1,25 | 1,25 | 1,50 | 1,50 | 1,75 | 1,75 | 2,0 | 2,0 | 2,25 | 2,25 |

## Tabelle 20 (Menk & Hambrock, Ottensen).

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gemeinschaftlicher Hub . . . . . . . $H$ | | 160 | 180 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 340 | 370 | 400 | | | |
| Durchm. des Hochdruckcylinders . . $d$ | | 175 | 195 | 210 | 225 | 250 | 275 | 300 | 340 | 370 | 400 | | | |
| „ „ Niederdruckcylinders . . $D$ | | 300 | 335 | 365 | 400 | 435 | 475 | 520 | 590 | 640 | 690 | | | |
| Verhältnis der Cylindervolumen . . $V:v$ | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | |
| Verhältnis . . . . . . . . . . . . $H:d$ | | 0,91 | 0,92 | 0,95 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| Umdrehungen pr. Minute . . . . . . $n$ | | 360 | 320 | 300 | 280 | 270 | 250 | 240 | 220 | 210 | 200 | | | |
| Durchm. der 2 Schwungräder in $m$ . . . . | | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,7 | 1,85 | 2,0 | | | |

## Tabelle 21.

| Gemeinschaftlicher Hub . . . . . . . $H$ | 150 | | 200 | | 250 | | 300 | | 350 | | 400 | | 450 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Durchm. des Hochdruckcylinders . . $d$ | 150 | | 200 | | 250 | | 300 | | 350 | | 400 | | 450 | |
| „ „ Niederdruckcylinders . . $D$ | 240 | | 320 | | 400 | | 480 | | 560 | | 630 | | 700 | |
| Verhältnis der Cylindervolumen . $V:v$ | 2,5 | | 2,5 | | 2,5 | | 2,5 | | 2,5 | | 2,5 | | 2,5 | |
| Verhältnis . . . . . . . . . . . . $H:d$ | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Umdrehungen pr. Minute . . . . . . $n$ | 360 | | 320 | | 280 | | 240 | | 210 | | 180 | | 165 | |
| Durchm. der 2 Schwungräder in $m$ . . . . | 0,8 | | 1,0 | | 1,25 | | 1,50 | | 1,75 | | 2,0 | | 2,25 | |

## Tabelle 22.

| Gemeinschaftlicher Hub . . . . . . . $H$ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Durchm. des Hochdruckcylinders . . $d$ | | | | | | | | | | | | | | |
| „ „ Niederdruckcylinders . . $D$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Verhältnis der Cylindervolumen . . $V:v$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Verhältnis . . . . . . . . . . . . $H:d$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Umdrehungen pr. Minute . . . . . . $n$ | | | | | | | | | | | | | | |
| Durchm. der 2 Schwungräder in $m$ . . . . | | | | | | | | | | | | | | |

# Bauarten.

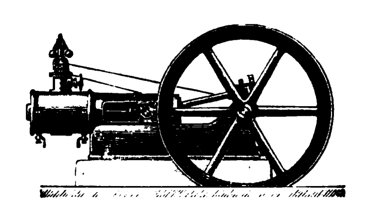


Fig. 1. Maschinen mit Gabelrahmen bis zu 350 Hub, die Kurbelwelle ist gekröpft, das Schwungrad sitzt auf Kopf ausserhalb eines Lagers.

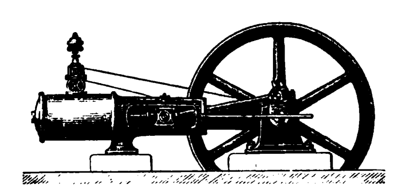


Fig. 2. Bauart bis zu 600 Hub, Cylinder freihängend, Bajonettrahmen zweimal unterstützt.

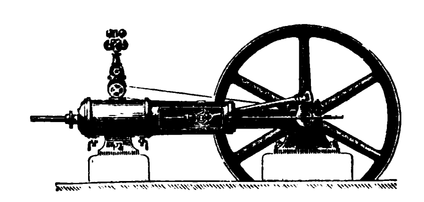


Fig. 3. Maschinen mit Bajonettrahmen bis 800 Hub und hinten geführter Kolbenstange.

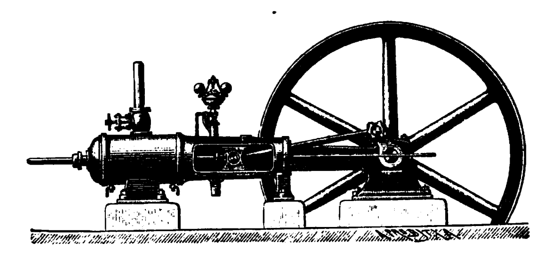


Fig. 4. Maschinen von 700 Hub aufwärts, der Bajonettrahmen ist in der Mitte nochmals unterstützt.

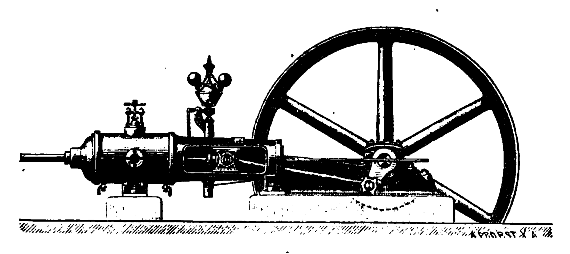


Fig. 5. Für Maschinen bis 2000 Hub; der Fuss des Dampfcylinders kann sich in der mit einer Schlittenführung versehenen Sohlplatte bewegen, zur Ausgleichung der Ausdehnung des Cylinders.

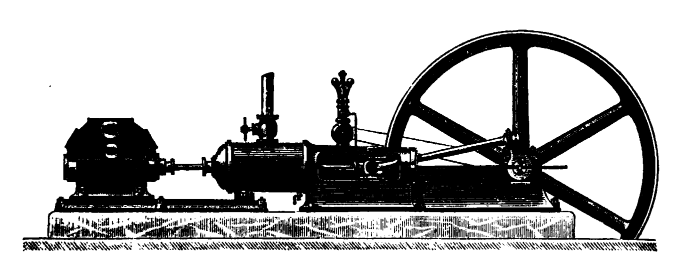


Fig. 6. Maschinen mit Condensation, Rahmen ganz aufliegend.

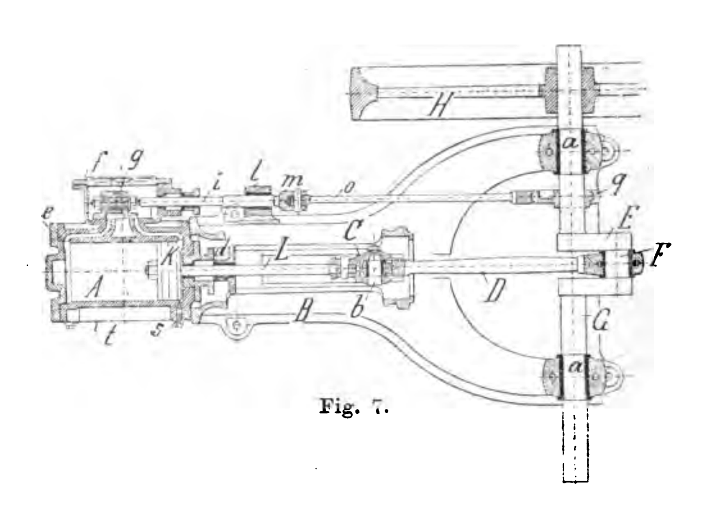

H
a
f g
i
l
m
o
q
E
F
e
K
A
d
C
L
D
B
b
t
s
G
a

Fig. 7.

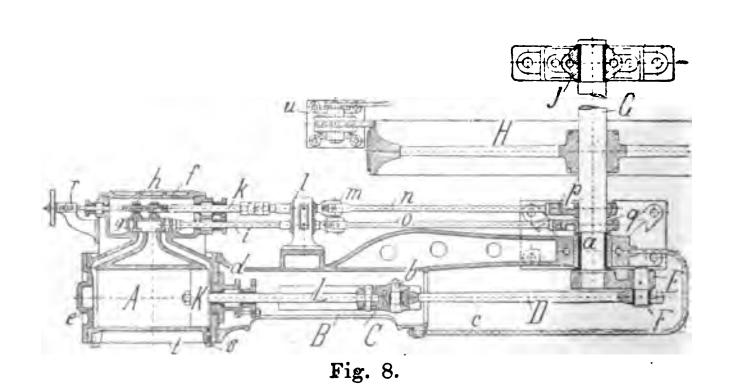

J
G
u
H
r
h f
k
l
m
n
o
p
q
g
i
a
d
b
A
K
L
E
e
B
C
c
D
F
t
s

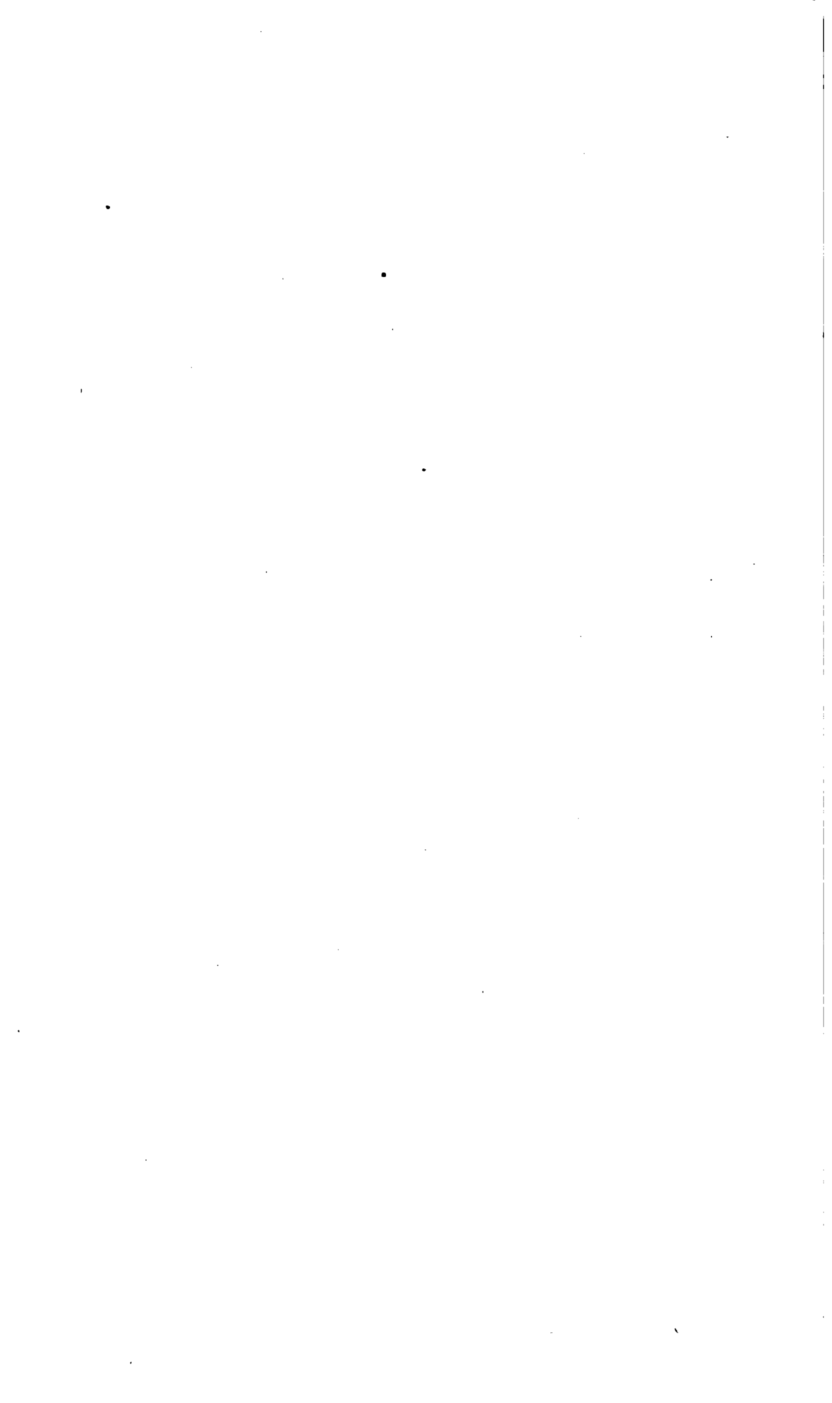
Fig. 8.

# Benennungen

## der einzelnen Dampfmaschinenteile.

Fig. 7—8.

A. **Dampfcylinder,** Cylinder.
B. **Rahmen,** Gestell, Grundplatte, Geradführung, Bett.
C. **Kreuzkopf,** Gleitstück, Schlitten, Querhaupt.
D. **Treibstange,** Pleuelstange, Schubstange, Flügelstange.
E. **Kurbel.**
F. **Kurbelzapfen,** Kurbelfinger.
G. **Kurbelachse,** Schwungradwelle.
H. **Schwungrad.**
I. **Hinteres Kurbelwellenlager.**
K. **Dampfkolben,** Kolben.
L. **Kolbenstange.**
a. **Kurbelwellenlager,** Kurbellager, Hauptlager.
b. **Kreuzkopfbolzen,** Kreuzkopfzapfen.
c. **Schutzstange,** Geländer.
d. **Vorderer Cylinderdeckel,** Stopfbüchsgehäuse.
e. **Hinterer „** Cylinderboden.
f. **Schieberkastendeckel.**
g. **Grundschieber,** Verteilschieber, Hauptschieber.
h. **Expansionsschieber.**
i. **Grundschieberstange.**
k. **Expansionsschieberstange.**
l. **Schieberstangenführungsbock.**
m. **Gelenkstück.**
n. **Excenterstange zum Expansionsschieber.**
o. **„ „ Grundschieber.**
p. **Expansionsschieberexcenter.**
q. **Grundschieberexcenter.**
r. **Stellvorrichtung** zur Steuerung.
s. **Indikatornocken.**
t. **Schutzmantel,** Umkleidung.
u. **Schaltwerk,** Drehvorrichtung, Anstellvorrichtung.



# Abschnitt II.

## Constructions-Erläuterungen.

Fig. 9—389.

# **Rahmen.** Fig. 9—43.

In Fig. 9—22 sind Rahmen dargestellt für Maschinen **bis 400 m/m Kolbenhub.**

Die Kurbelachse ist gekröpft; das Schwungrad, gewöhnlich zugleich Riemenscheibe, sitzt ausserhalb eines Kurbelwellenlagers (Fig. 1).

Fig. 9—12 zeigen Rahmen mit **doppelseitiger Schlittenführung.**

Fig. 15—18 Rahmen mit **einseitiger Schlittenführung.**

Fig. 13—14 und 19—22 Rahmen mit **Rundführung.**

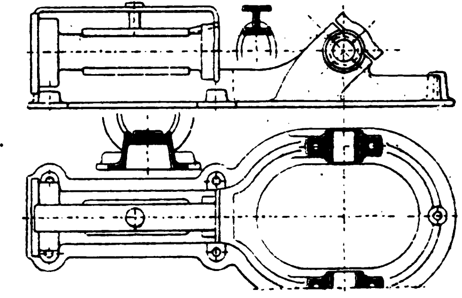


Fig. 9—12.

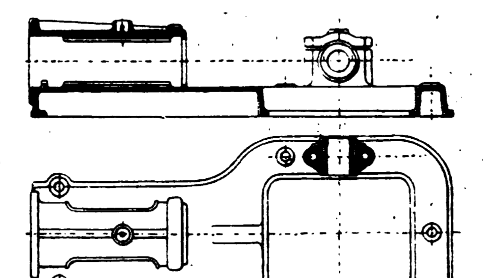


Fig. 13—14.

Am gebräuchlichsten sind die Rahmen Fig. 15—22, die Kurbelwellenlager sind meist zweiteilig, ohne Vorrichtung zum Nachstellen.

Mit geringen Änderungen finden diese Maschinen als **Wandmaschinen** Verwendung und können fertig montiert in einer Kiste per Bahn versandt werden.

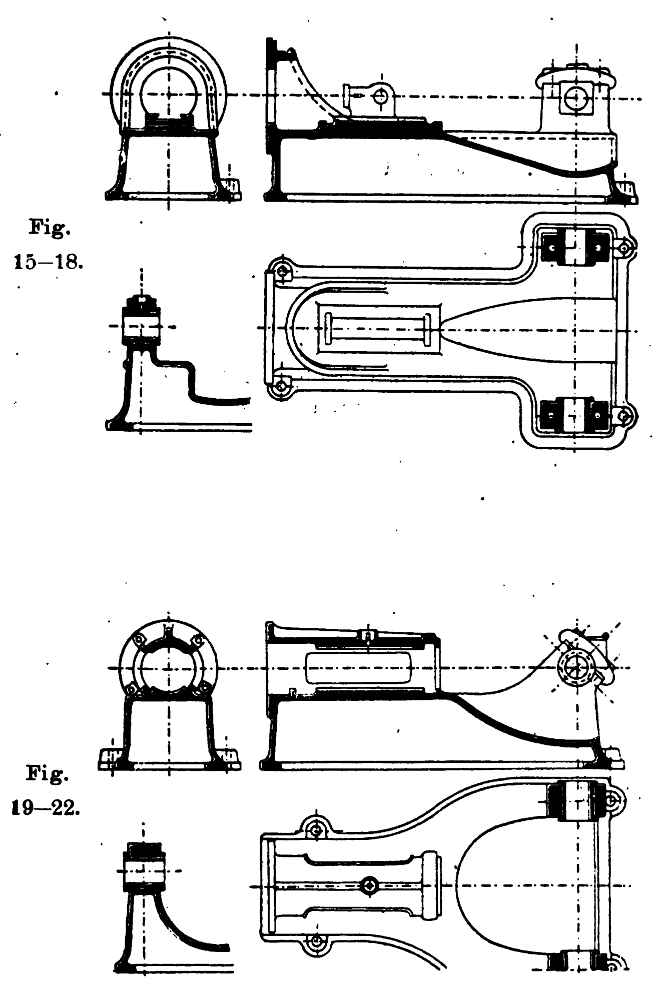


Fig. 15—18.

Fig. 19—22.

Der in Fig. 23—24 dargestellte Rahmen älterer Construction wird noch heute für grosse und kleine Maschinen häufig ausgeführt, er hat den Vorteil, eine grosse Auflagefläche zu bieten, und mit seinen Ankern viel Fundament zu fassen, er ist deshalb bei Fördermaschinen und Pumpen beliebt.

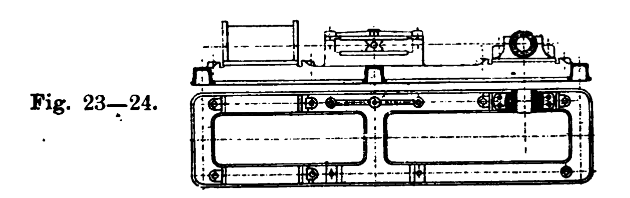


Fig. 23—24.

Fig. 26—43. **Rahmen mit Rundführung** für Maschinen von **300—2000 Kolbenhub.**

Bei dem sehr häufig ausgeführten freitragenden Bajonettrahmen Fig. 40—43 empfiehlt es sich, für Maschinen von 700 Kolbenhub aufwärts, den punktiert angedeuteten mittleren Rahmenfuss anzuordnen.

Eine Fördermaschine von etwa 1600 Kolbenhub in Herne, zeigte am freitragenden Rahmen den in Fig. 25 mit *a* bezeichneten Riss und konnte man eine Durchbiegung der Führung bei *c* beobachten. Der Riss wurde bei *b* abgebohrt und der Rahmen bei *c* mit einem gusseisernen Schuh unterstützt, somit die Gefahr beseitigt.

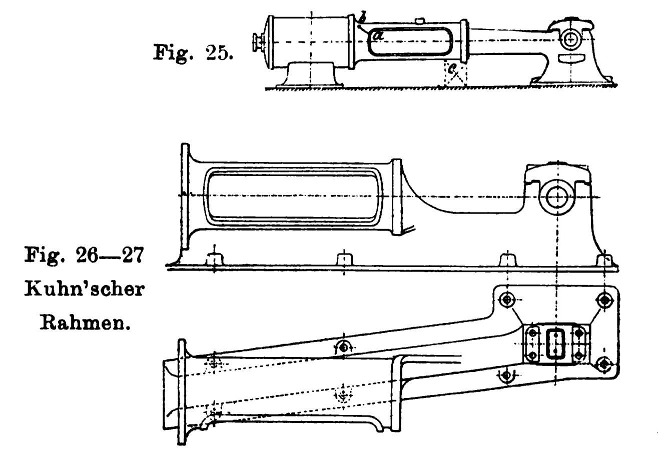
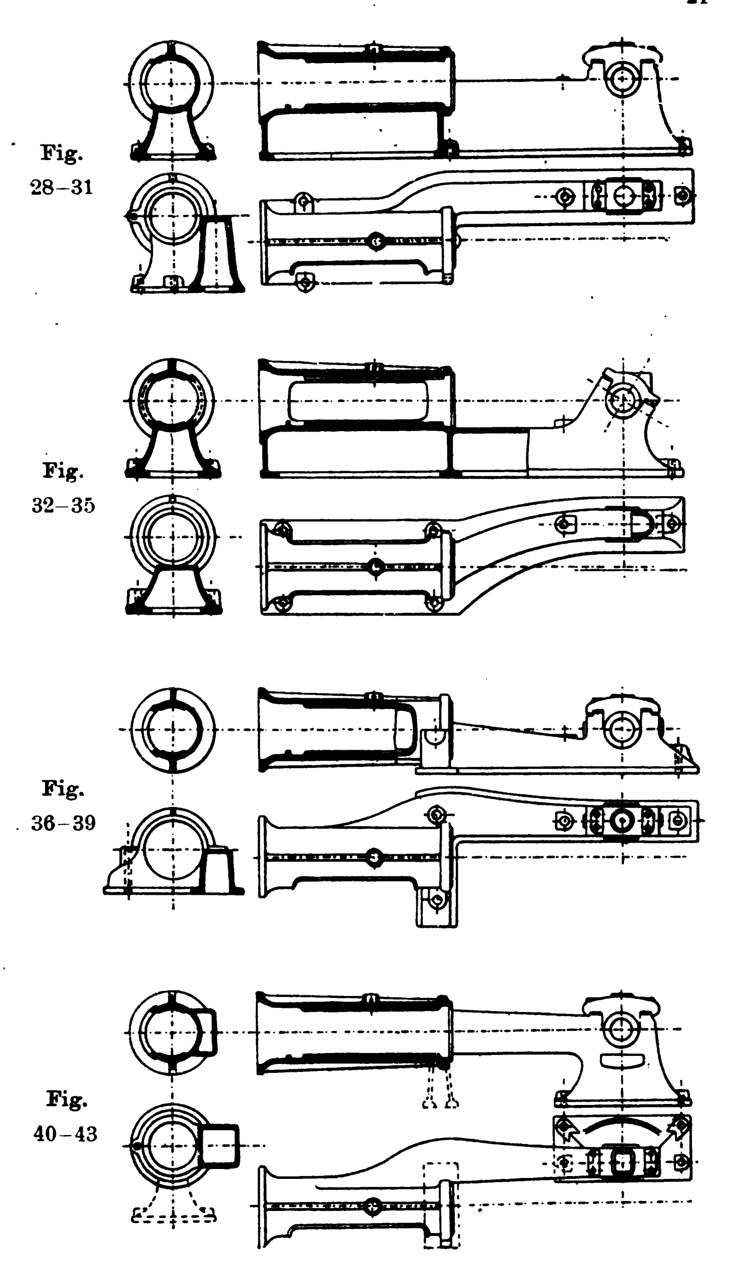


Fig. 25.

Fig. 26—27 Kuhn'scher Rahmen.


Fig.
28–31
Fig.
32–35
Fig.
36–39
Fig.
40–43

# Kurbelwellenlager, Fig. 44—58.

Fig. 44—47, 2 teilige Lager für kleine Maschinen.
„ 48—49, 3 „ „ „ mittlere „
„ 50—57, 4 „ „ „ mittl. u. gröss. Masch.

„ 58, 3 teiliges Lager Patent Siegel.

Fig. 58.

Fig. 44. Fig. 45. Fig. 46. Fig. 47.

Fig. 48. Fig. 49. Fig. 50.

Fig. 51. Fig. 52. Fig. 53.

Fig. 54. Fig. 55. Fig. 56—57.

*G.* Gusseisen.
*S.* Schmiedeeisen.

# Kreuzköpfe. Fig. 59—79.

Fig. 59—60.

Fig. 61—62.

Fig. 63—64.

Fig. 65—66.

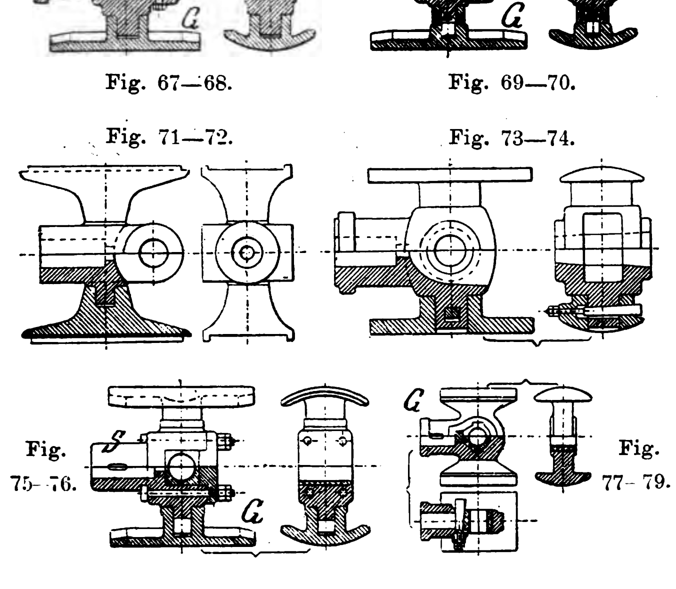



Fig. 67—68.

Fig. 69—70.

Fig. 71—72.

Fig. 73—74.

Fig. 75—76.

Fig. 77—79.

# Treibstangenköpfe. Fig. 80—111.

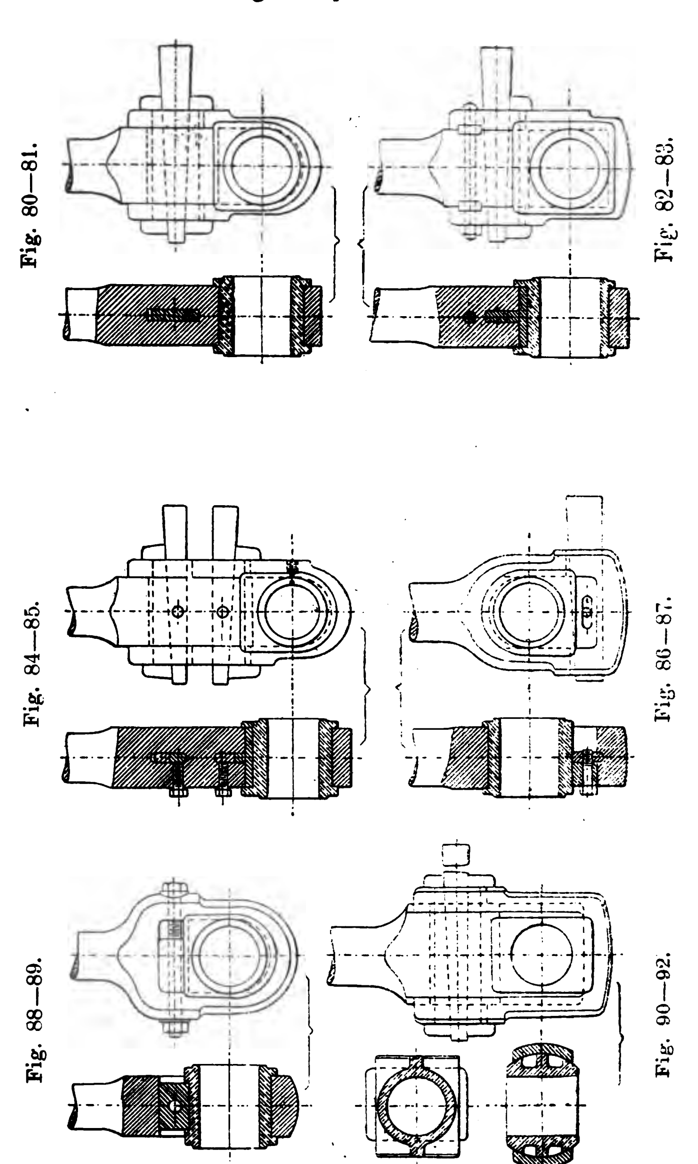


Fig. 80—81, Treibstangenkopf **mit Kappe**; durch Nachstellen der Schalen wird das Zapfenmittel der Stange genähert.

Fig. 82—83, **Sharp**'scher Treibstangenkopf; durch Nachstellen der Schalen wird das Zapfenmittel der Stange weiter abgelegt.

Fig. 84—85, **Bury**'scher Treibstangenkopf; Zapfenmittel kann der Stange beliebig genähert oder entfernt werden.

Fig. 97—103, Treibstangenköpfe für kleinere Maschinen.

Fig. 104—111, Köpfe für die **Kreuzkopfseite**.

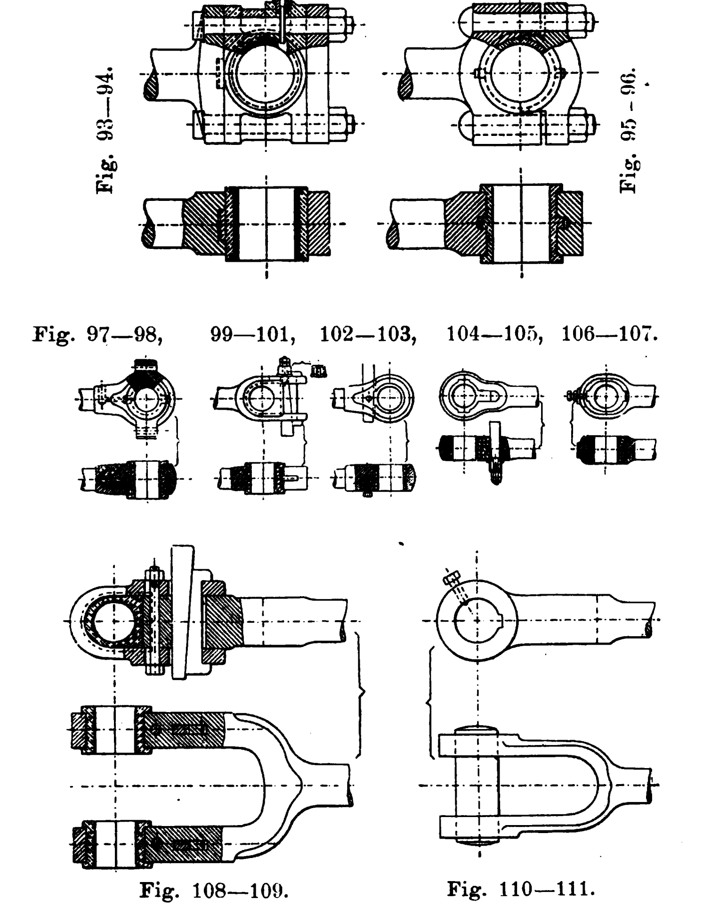


Fig. 93—94. Fig. 95—96.

Fig. 97—98, 99—101, 102—103, 104—105, 106—107.

Fig. 108—109. Fig. 110—111.

## Der Schaft der Treibstange. Fig. 112—119.

Der Schaft wird meistens aus Schmiedeeisen hergestellt und erhält runden oder flachen Querschnitt, Fig. 112 bis 118. Bei kleineren Maschinen findet man häufig I Form, Fig. 119, in Stahlguss ausgeführt, der Schaft bleibt in diesem Falle roh und wird nur gestrichen.

Fig. 112—113.

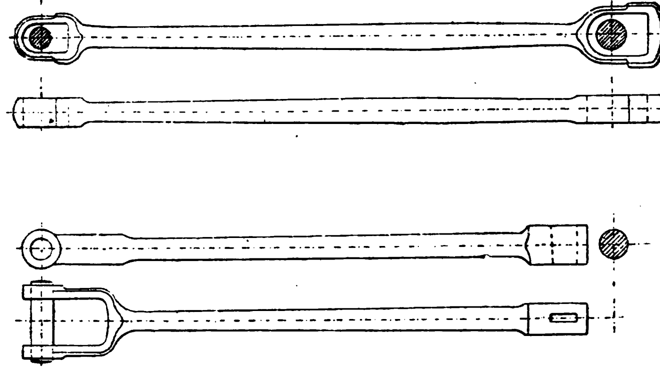


Fig. 114—115.

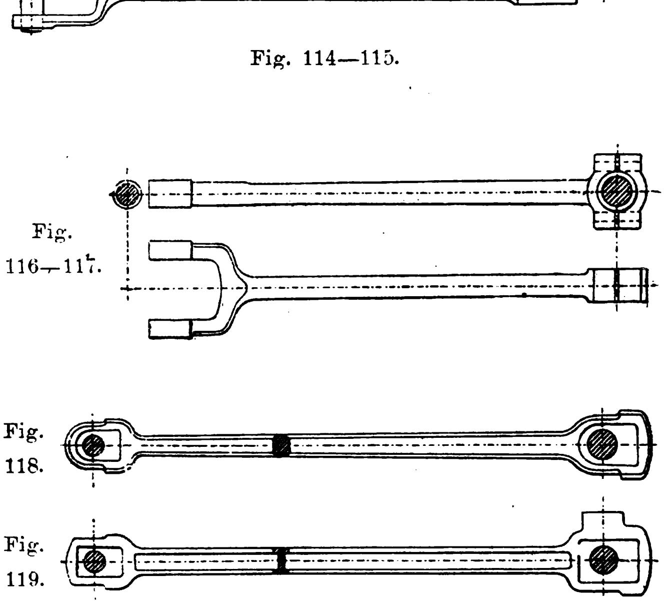


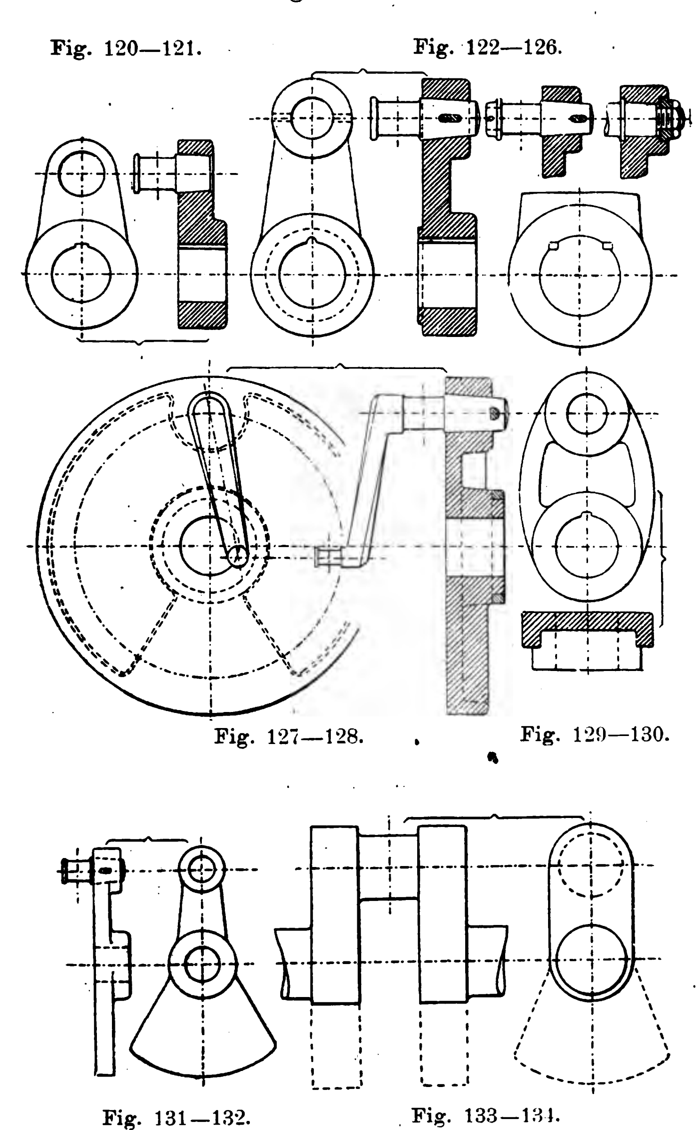
Fig. 116—117.

Fig. 118.

Fig. 119.

# Kurbel, Kurbelscheibe, gekröpfte Kurbelwelle.

Fig. 120—134.



# **Dampfcylinder.** Fig. 135—152.

Fig. 135—136, Dampfcylinder für **einfache** Schiebersteuerung.

Fig. 137—138, Dampfcylinder für **Meyer**'sche Schiebersteuerung.

Fig. 139—140, Dampfcylinder für **Rider**-Schiebersteuerung.

Fig. 135—136.

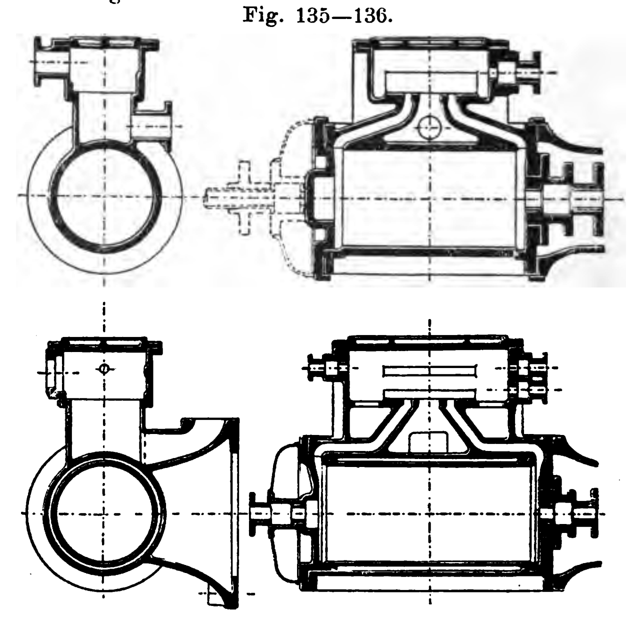


Fig. 137—138.

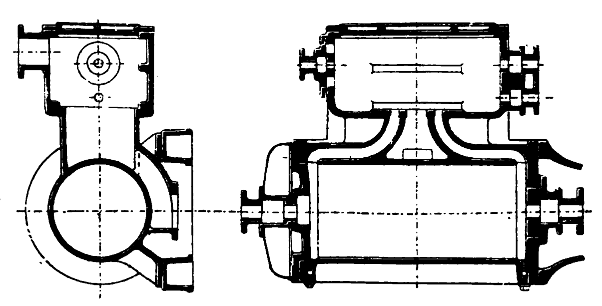


Fig. 139—140.

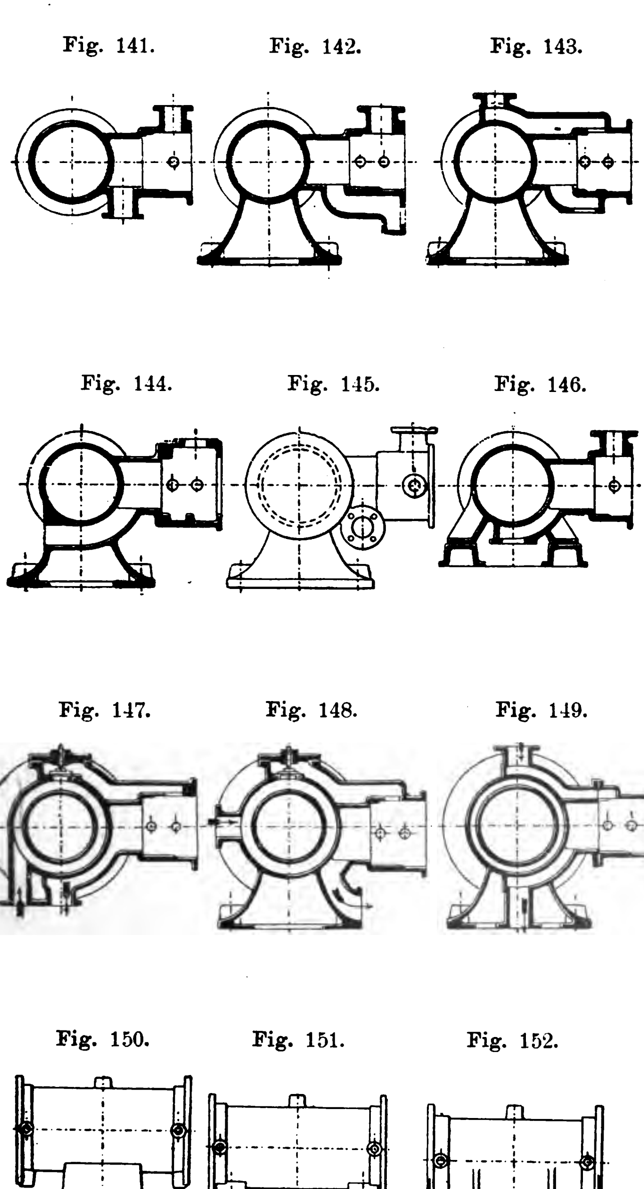


Fig. 141. Fig. 142. Fig. 143.

Fig. 144. Fig. 145. Fig. 146.

Fig. 147. Fig. 148. Fig. 149.

Fig. 150. Fig. 151. Fig. 152.

# Verbindung von Dampfcylinder und Rahmen.

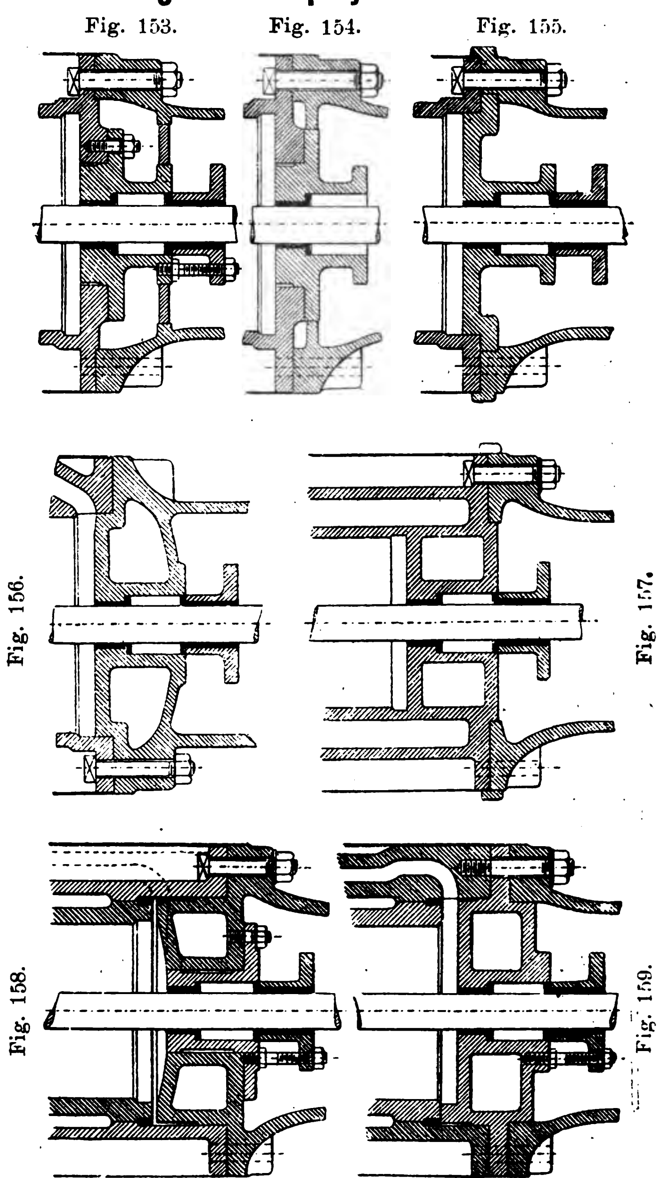


Fig. 160.

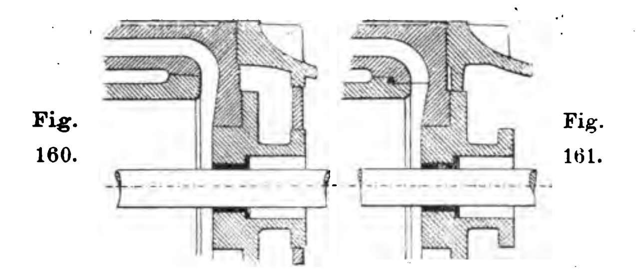


Fig. 161.

## Stopfbüchsen. Fig. 162—173.

Fig. 162.

Fig. 163.

Fig. 164—165.

Fig. 166—168.

Fig. 169.

Fig. 170.

Fig. 171—172.

Fig. 173.

# Hintere Cylinderdeckel u. Kolbenstangenführungen.

Fig. 174—190.

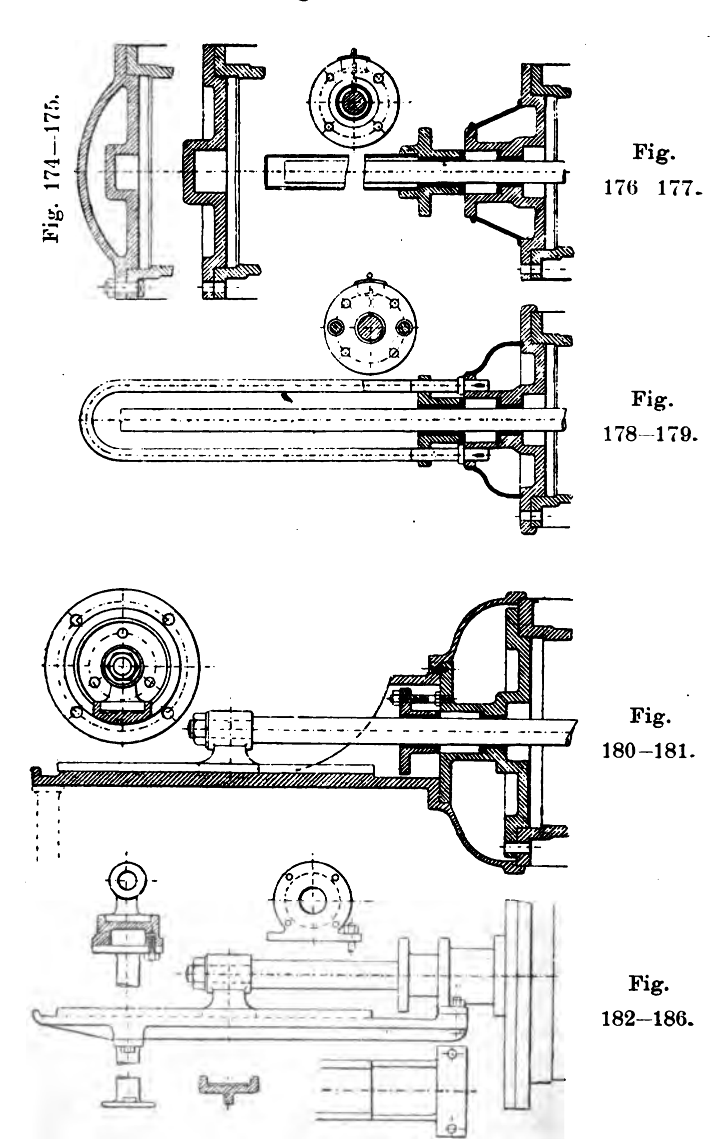


Fig. 187—188.

Fig. 189—190.

## Schieberkastendeckel. Fig. 191—197.

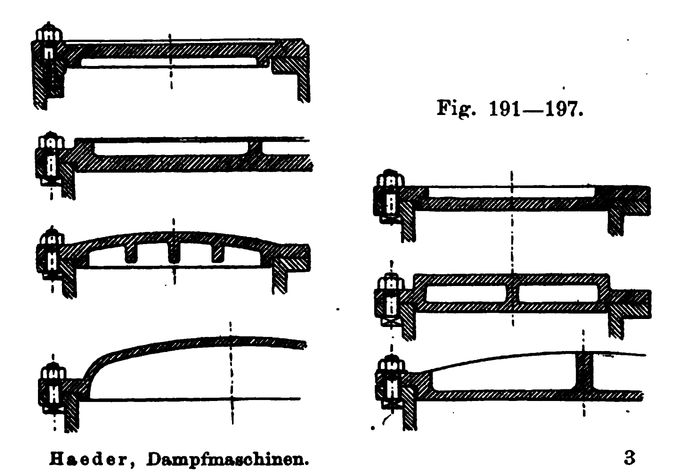


Fig. 191—197.

# Dampfkolben. Fig. 198—209.

Fig. 198. Fig. 199. Fig. 200.

Fig. 201—202. Fig. 203. Fig. 204.

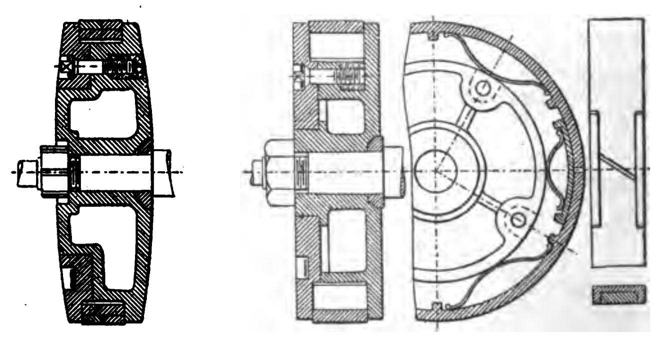


Fig. 205. Fig. 206—209.

# Kolbenringe. Fig. 210—221.

Fig. 210—214. Fig. 215—216.

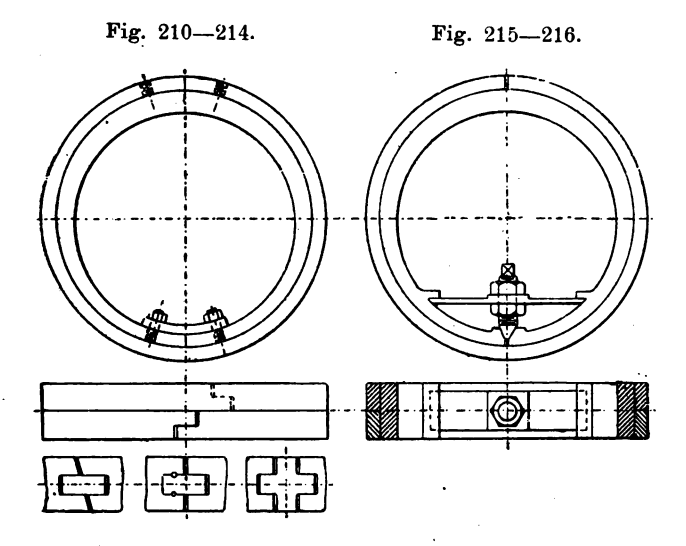


Fig. 217. Cremer's selbstspannender Kolbenliderungsring in Spiralform mit parallelen Kopfflächen.

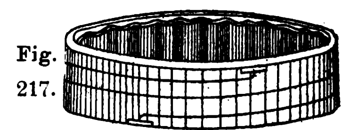


Fig. 217.

Fig. 218—219. Fig. 220—221.

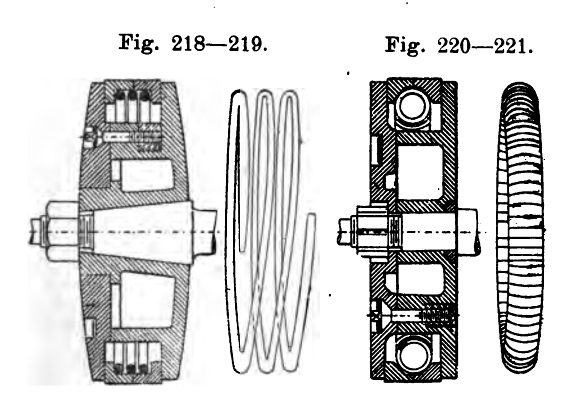


Fig. 218—221 s. Zeitschr. d. V. d. J. 1889 Nr. 20.

# **Schieber.** Fig. 222—242.

Fig. 222—231 **einfache** Schiebersteuerung.

Fig. 232—234 **Trick**'scher Kanalschieber, hat doppelte Dampfeinströmung; Kanalweite $a = 2c + d$, Excentrizität $r = e + 2c$, eignet sich besonders für Maschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit.

Fig. 222—223.

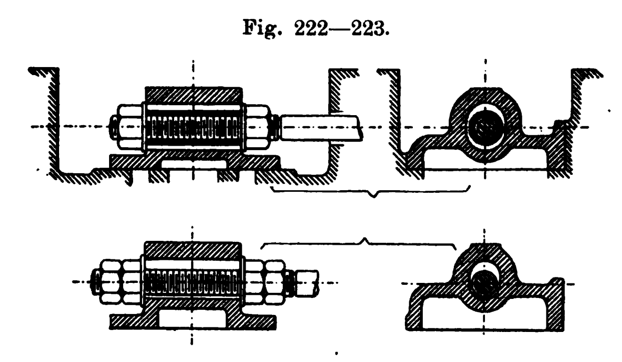


Fig. 224—225.

Fig. 226—227.

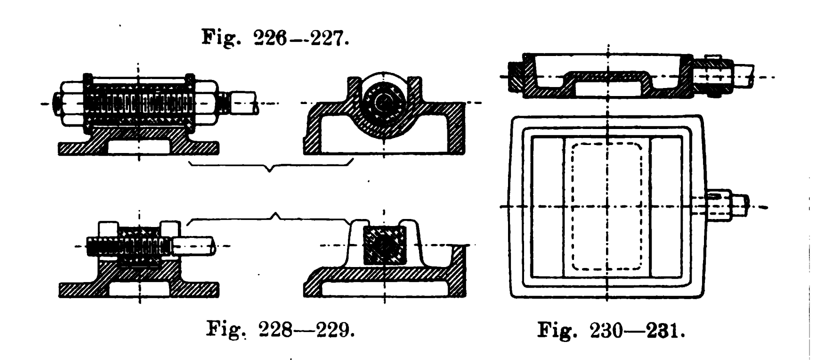


Fig. 228—229. Fig. 230—231.




Fig. 232—234.

Fig. 235—236, Steuerung mit **fixer** Expansion.

Fig. 237—238, **Meyer**'sche Steuerung mit veränderlicher Expansion, gewöhnlich während des Ganges von Hand verstellbar.

Fig. 239—240 geschlossener, Fig. 241—242 offener **Rider**-Schieber werden vom Regulator beeinflusst.

Fig. 235—236.

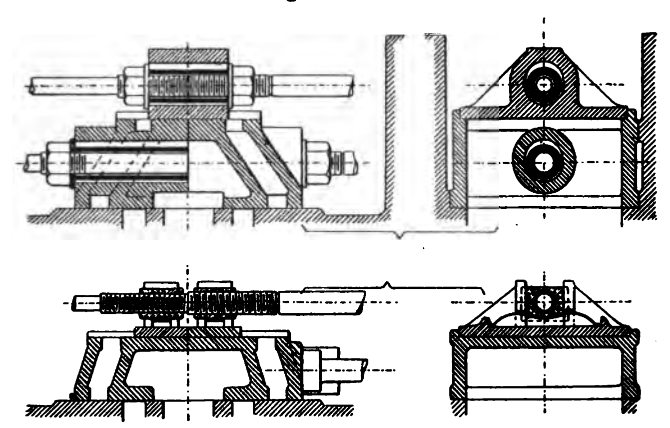


Fig. 237—238.

Fig. 239—240.

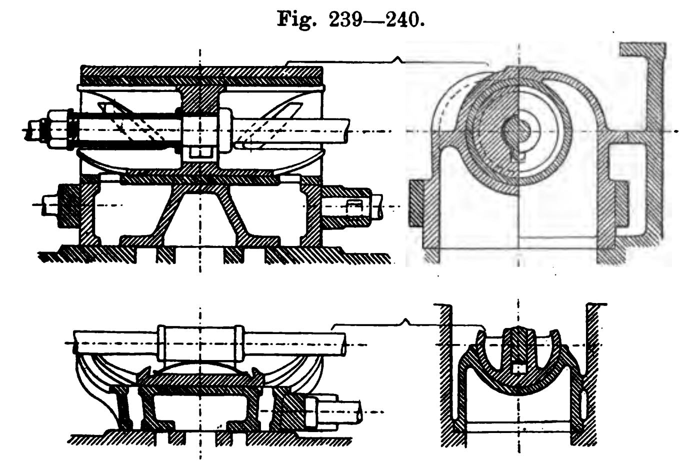


Fig. 241—242.

# **Geteilte Schieber.** Fig. 243—246.

Zum Verkleineren der schädlichen Räume wird der halbierte oder geteilte Schieber angewandt.

Fig. 243 **Kanalschieber,** *a a* Einströmkanäle, $a_0$ Ausströmkanal für beide Cylinderseiten.

Fig. 244, **geteilter Muschelschieber**, gemeinschaftlicher Dampfaustritt bei *A*.

Fig. 243.

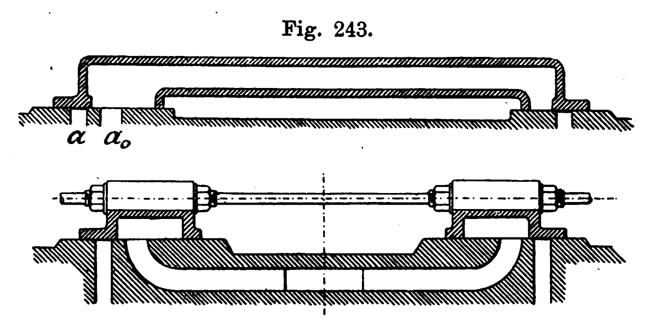



Fig. 244.

Fig. 245, geteilter **Meyer**'scher Schieber.
Fig. 246, „ offener **Rider**-Schieber.

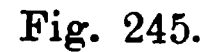
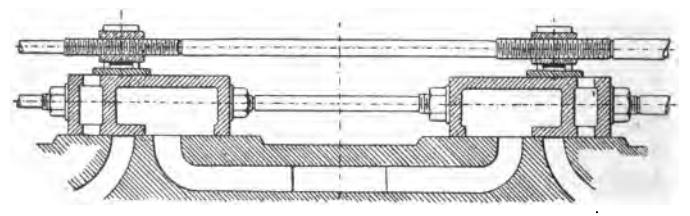


Fig. 245.



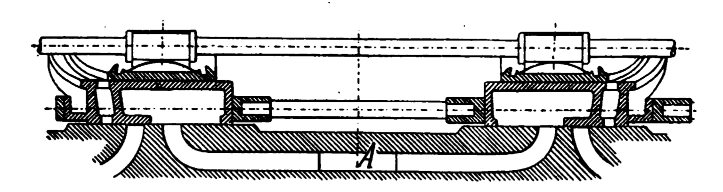



Fig. 246.

Der **Penn**'sche **Muschelschieber**, Fig. 247—248, hat für jede Cylinderseite 2 Dampfkanäle von halber Weite des berechneten, die Excentrizität ist also

$$r = 0{,}5a + e$$

die äussere Überdeckung $e$ und das lineare Voreilen braucht ebenfalls nur halb so gross zu sein als bei gewöhnlichen Verhältnissen.

Die quer durch den Schieber gehenden Kanäle $E\,E$ lassen den Frischdampf von jeder Seite eintreten, während die mit $A\,A$ bezeichneten Räume für den Dampfaustritt dienen.

Fig. 247—248.

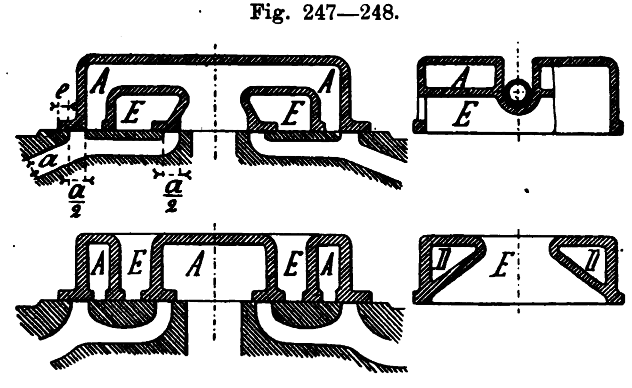



Fig. 249—250.

Der Gitterschieber von **Borsig**, Fig. 249—250, ist dem Penn'schen Schieber sehr ähnlich und gestattet die Anwendung von Expansionsplatten auf seinem Rücken. Die Auspuffkanäle $A\,A$ sind durch die seitlichen Kanäle $D\,D$ verbunden.

Fig. 251.

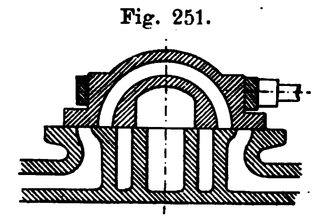
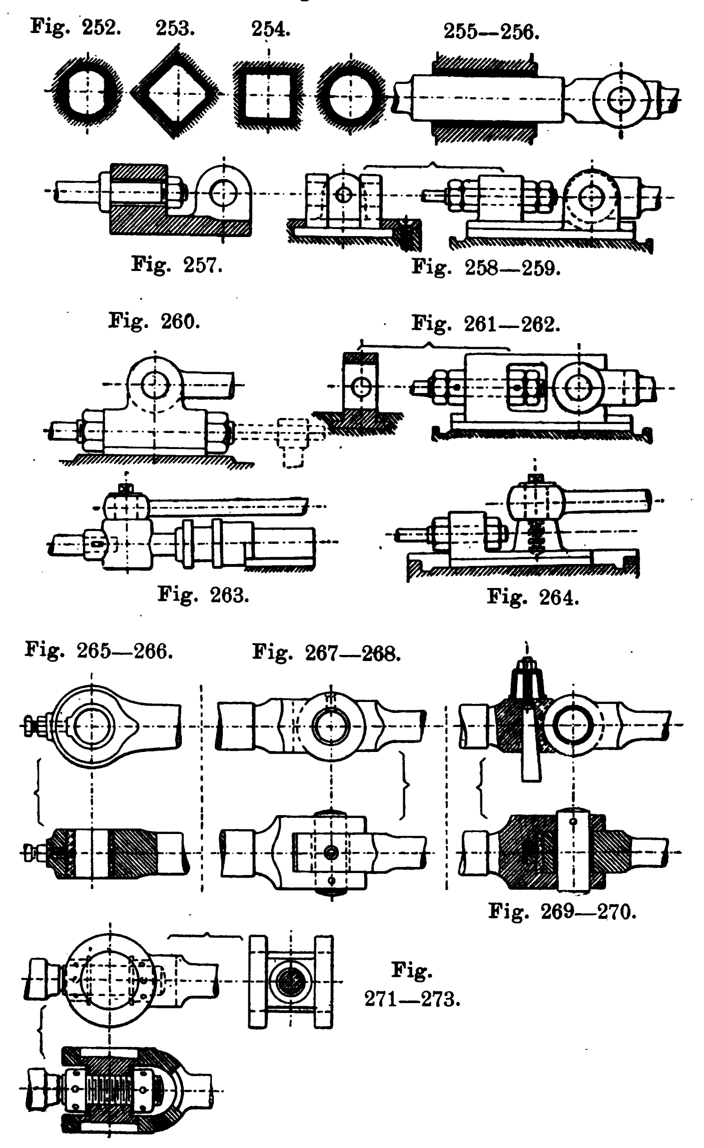


Fig. 251, Schieber von **Hick** für Woolf'sche Maschinen mit gleichgerichtetem Kolbenlauf.

# Schieberstangenführungen und Gelenke.

Fig. 252—273.



# Stellvorrichtung für Meyer'sche Steuerung.

Fig. 274—293.

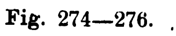


Fig. 274—276.

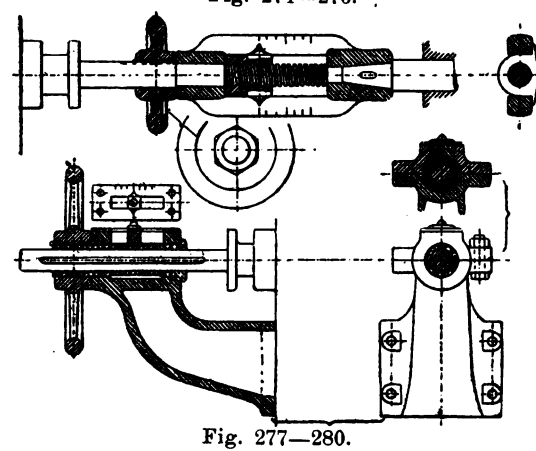


Fig. 277—280.

Fig. 281—282.

Fig. 285—291.

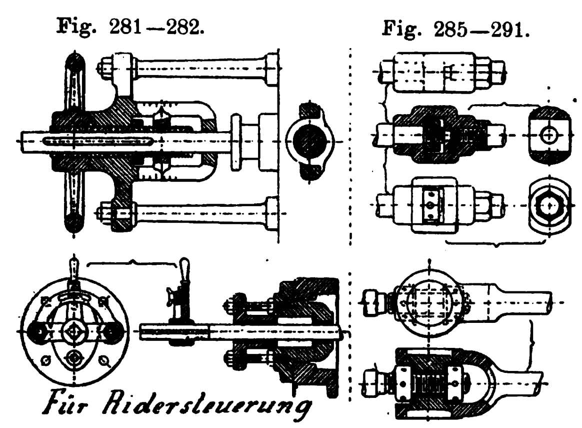



Fig. 283—284.

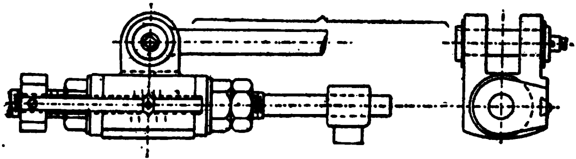


Fig. 292—293.

Fig. 294.

Fig. 295—296.

Fig. 297.

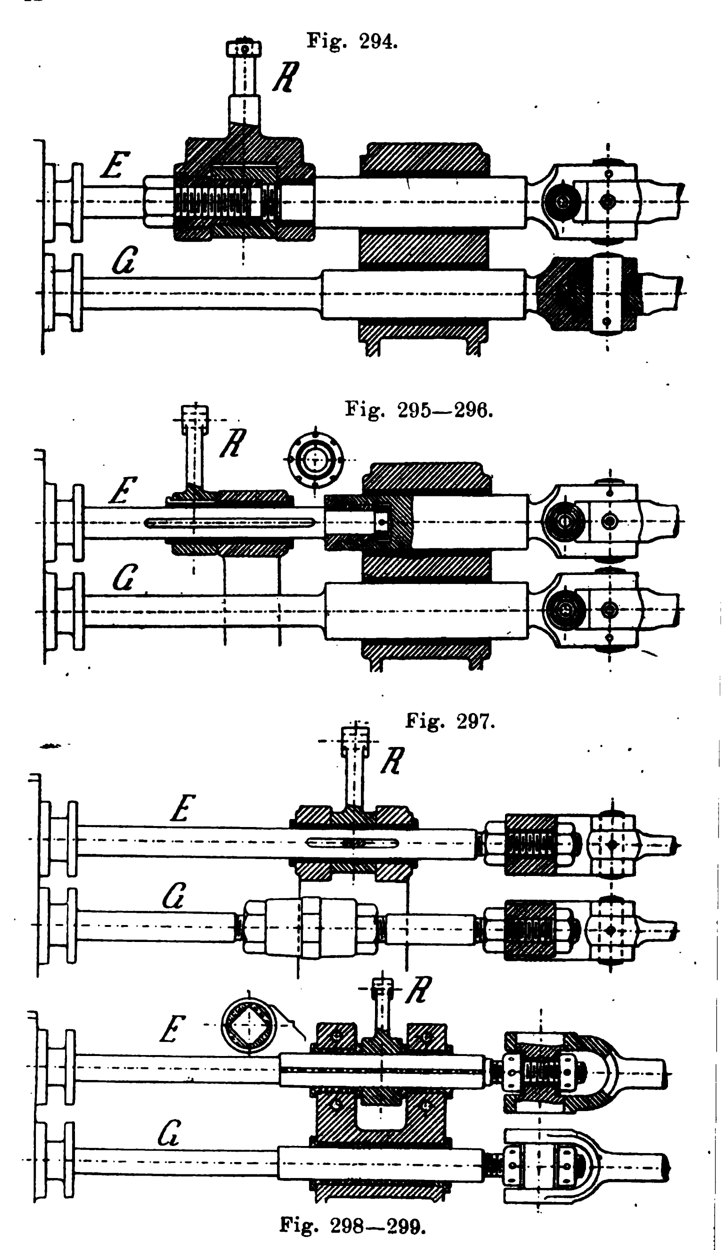



Fig. 298—299.

# Einwirkung des Regulators auf Ridersteuerung.

Fig. 294—309.

*G* Grundschieberstange, *E* Expansionsschieberstange, *R* Hebel zum Angriff der Regulatorstange.

Fig. 300—301.

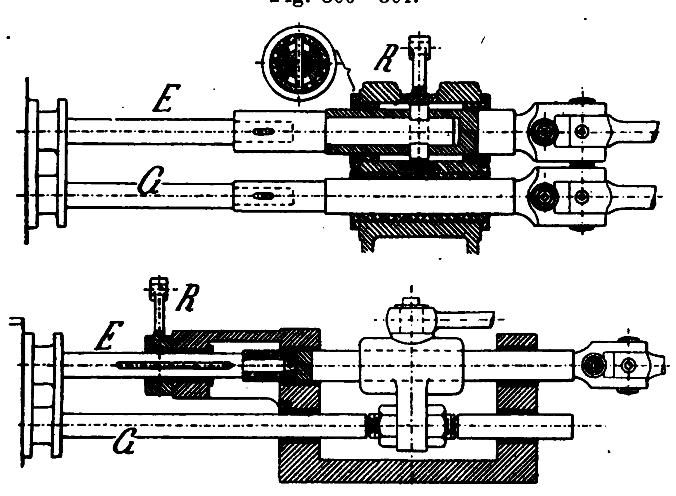



Fig. 302.

Fig. 303.

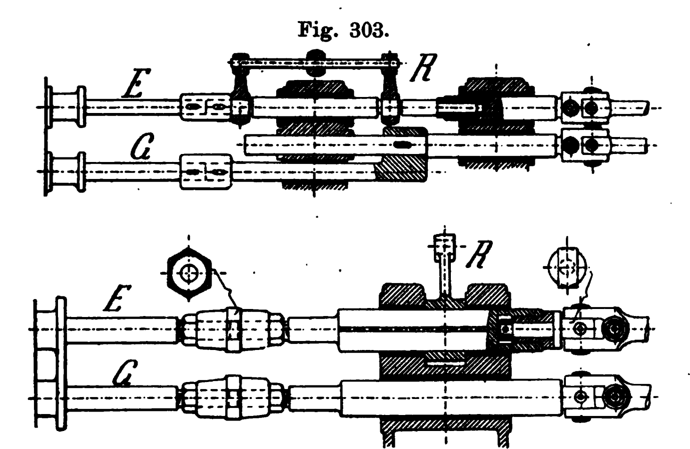



Fig. 304—306.

Der Regulatorhebel $R$ in Fig. 294 macht die hin- und hergehende Bewegung der Expansionsschieberstange $E$ mit, die Verbindung mit dem Regulator geschieht am besten mit dem in Fig. 307 dargestellten **Doppelgelenk.**

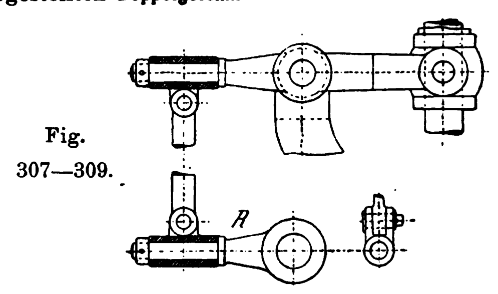



Fig. 307—309.

## Excenter und Excenterbügel. Fig. 310—327.

Fig. 310—311. Fig. 312—313. Fig. 314—315.

Fig. 316—317. Fig. 318—319. Fig. 320—321.

Fig. 322—323. Fig. 324—325. Fig. 326. 327.

# Schwungräder. Fig. 328—331.

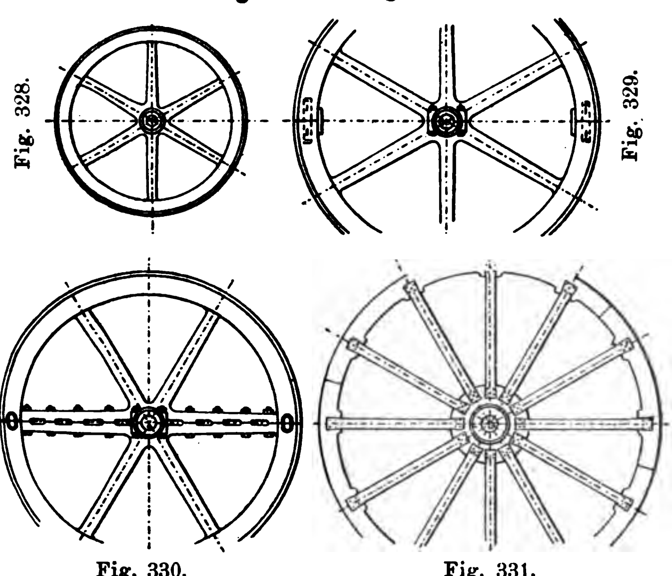
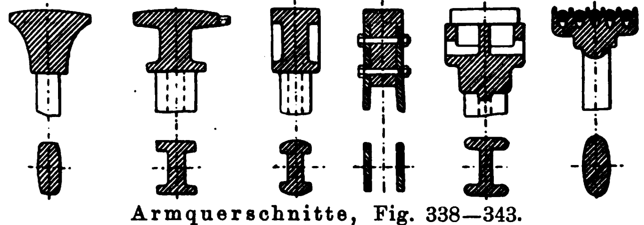


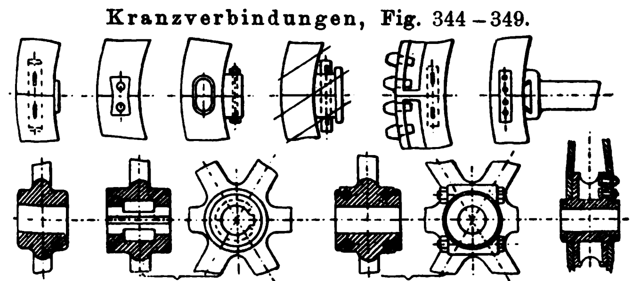

Fig. 330. Fig. 331.

Kranzquerschnitte, Fig. 332—337.



Armquerschnitte, Fig. 338—343.

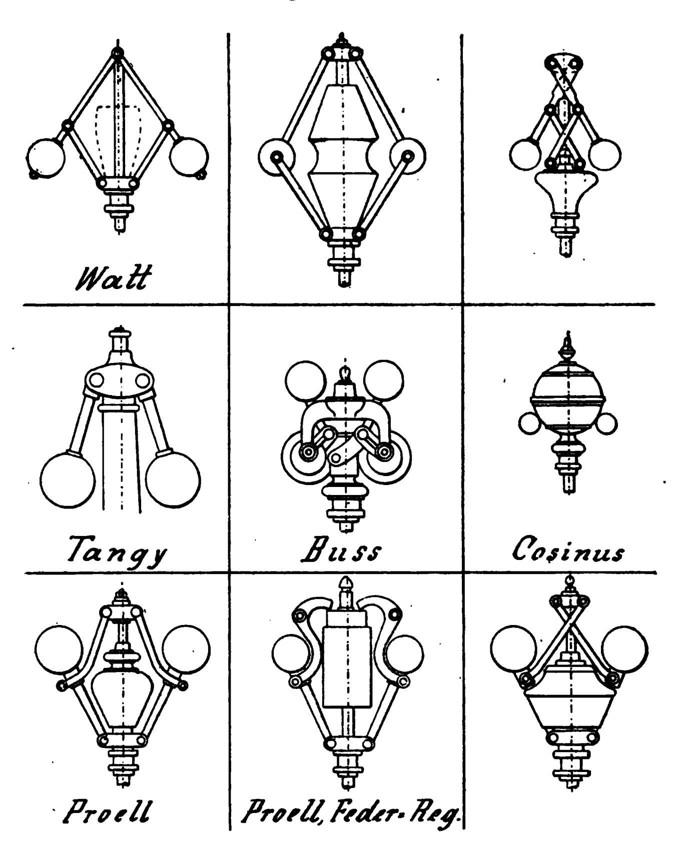
Kranzverbindungen, Fig. 344—349.



Schwungradnaben, Fig. 350—355.

# Regulatoren. Fig. 356—370.

Fig. 356—364.




Der in Fig. 365—367 dargestellte indirect wirkende Regulator von Ed. König D. R.-P. ist für Meyer'sche Schiebersteuerung bestimmt und im „Prakt. Maschinen-Constructeur" 1888 Heft 2 näher beschrieben.

Fig. 368—370 zeigt ebenfalls einen indirect wirkenden Regulator in $^1/_{12}$ d. nat. Gr. für 400—700 Cylinderdurchmesser.

Fig. 365—366.

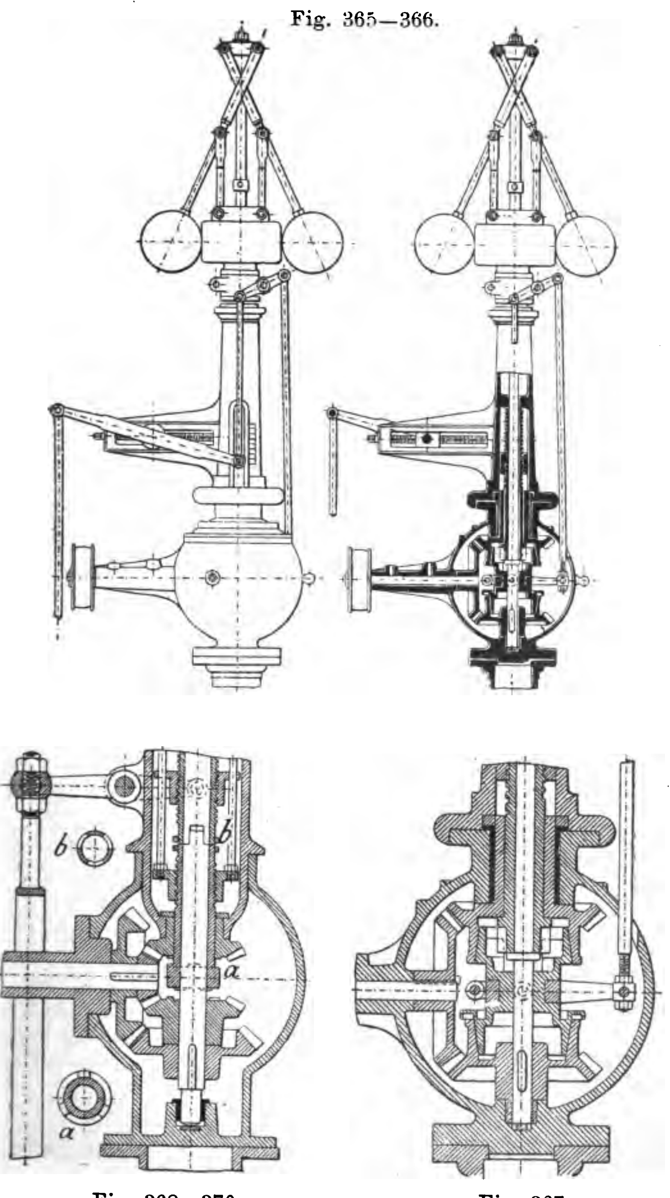



Fig. 368—370.

Fig. 367.

# Luftpumpen - Condensatoren.

Fig. 371—383.

Fig. 371—372.

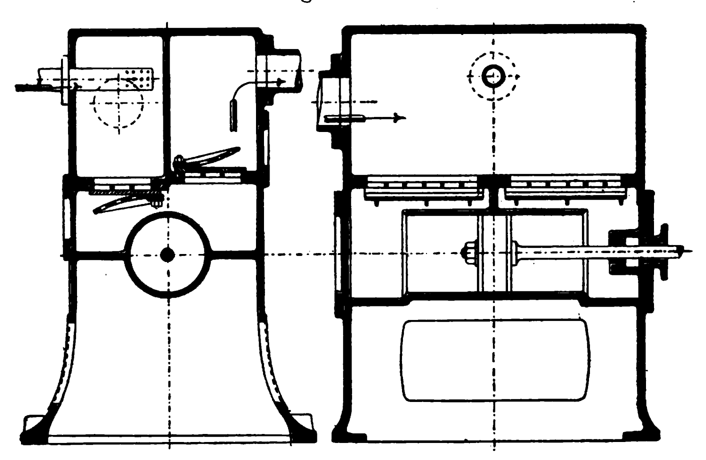


Fig. 373—374.

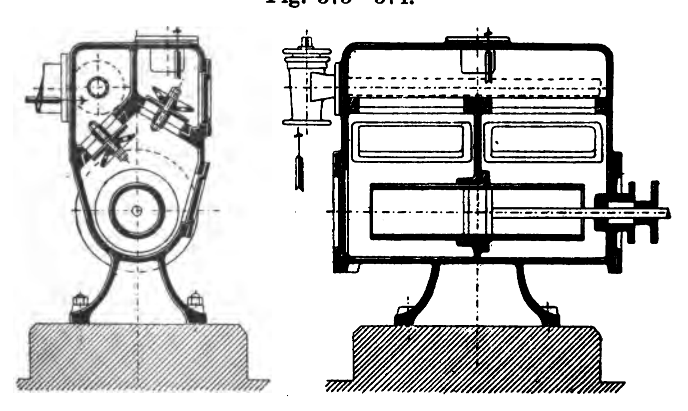


Fig. 373—374 (Prinz-Rudolph-Hütte, Dülmen).

Fig. 375—376.

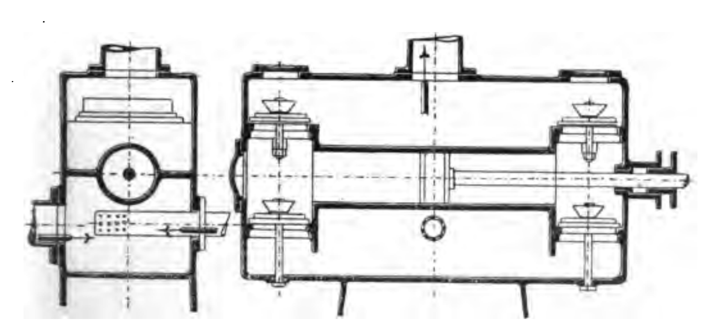
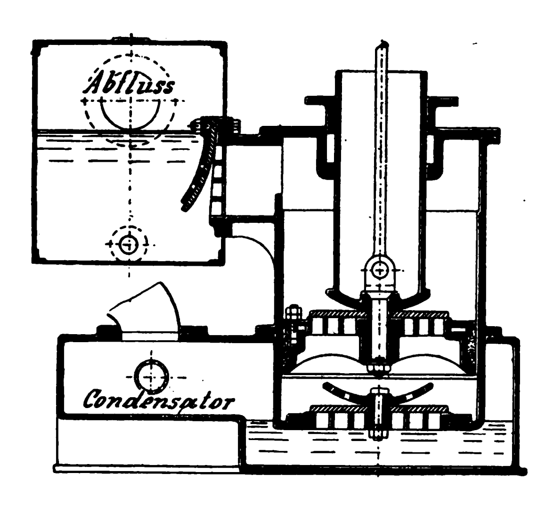
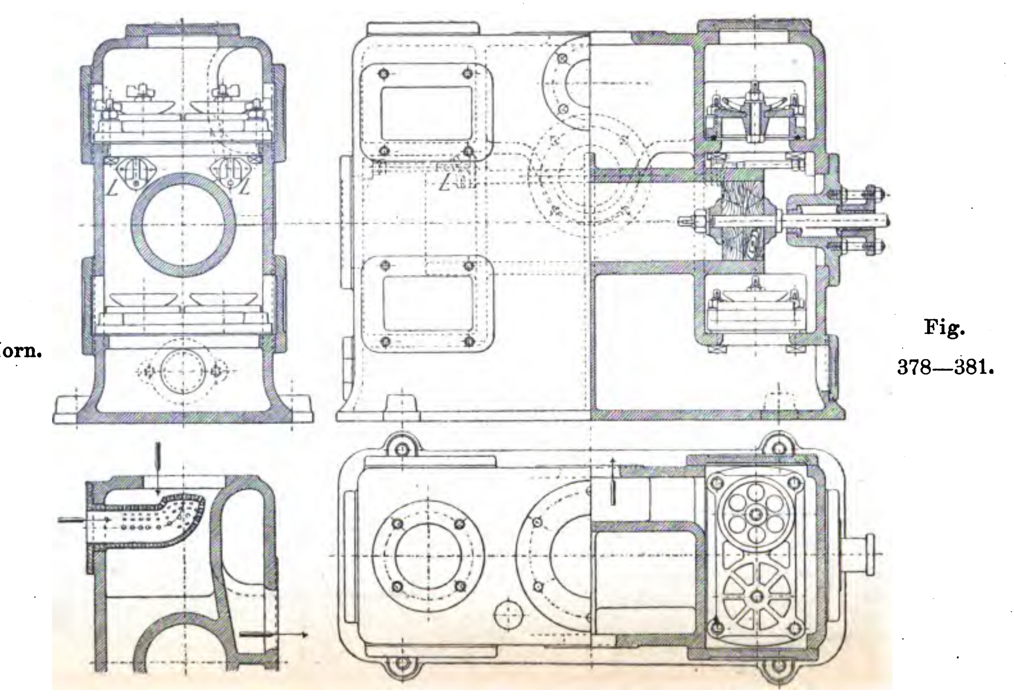


Fig. 377.




Der **Luftpumpen-Condensator**, Fig. 377, wird für **Schiffsmaschinen** sehr häufig angewandt.



Pat. Horn.

Fig. 378—381.

## Luftpumpen-Condensator. Fig. 378—381.

Pat. Horn, Maschinenfabrik G. Brinkmann & Co., Witten.

In Fig. 378—381 steht der Kolben rechts und beginnt seinen Lauf nach links. In diesem Moment ist der Raum zwischen Saugventil, Druckventil und Kolben voll Wasser. Beim Gange des Kolbens sinkt, während das Druckventil unter dem Atmosphärendruck fest geschlossen bleibt, der Wasserspiegel und bildet innerhalb des Druckventiles ein Vacuum; ist das Wasser so weit gesunken, dass die kleinen Luftventile von ihm nicht mehr ganz berührt werden, so tritt infolge der im Vacuumraum herrschenden grösseren Spannung sofort Luft durch die Luftventile in den Kolbenraum, ohne die Wassersaugventile zu passieren, zu gleicher Zeit geht das Wasser aus dem Vacuumraum in den Kolbenraum durch die sog. Saugventile und zwar nach dem Gesetz der communicirenden Röhren, weil beide betreffenden Räume sofort unter gleichem Druck stehen, ein Ansaugen findet also nicht mehr statt.

Wasser und Luft werden also **durch verschiedene Ventile,** nicht durch ein und dasselbe entfernt, die Luft tritt beim Anfang des Kolbenhubes, nicht gegen Ende desselben aus dem Vacuumraum in den Kolbenraum, die Saugventile übernehmen nur die Funktion von Communications-Ventilen.

Fig. 382—383, Condensator von Ed. König, D. R.-P. Nr. 30782. Der König'sche Condensator ist dem Horn'schen ähnlich, hier muss jedoch auch die Luft die Wasserventile passieren.

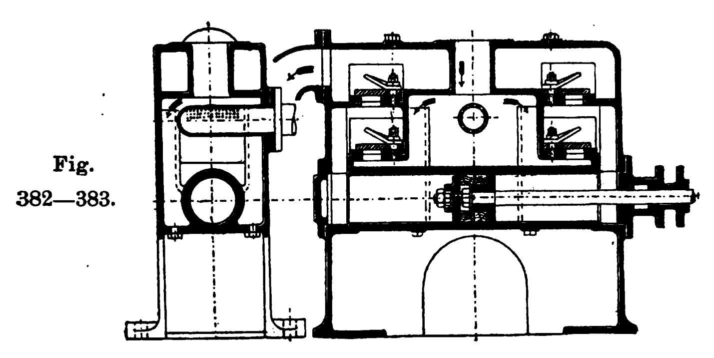


Fig. 382—383.

# **Schaltwerk.** Fig. 384—389.

**Fig. 384—387, einfach wirkendes Schaltwerk.**
**Fig. 388—389, doppelt wirkendes Schaltwerk.**

Fig. 384—387.

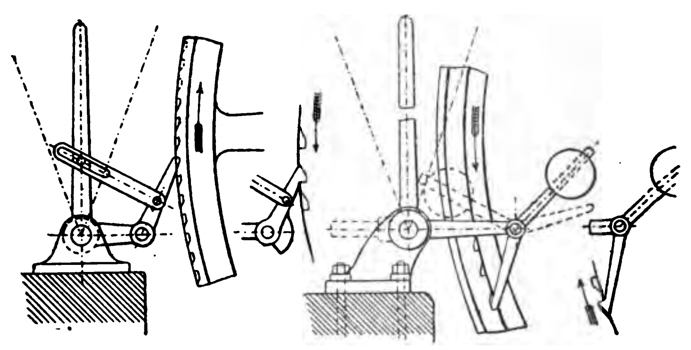
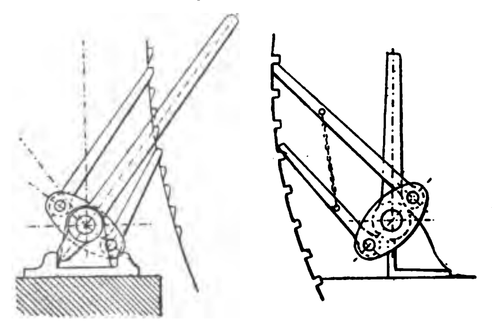


Fig. 388—389.



# Abschnitt III.

## Normalien der Dampfmaschinen

von 200 bis 1000 Kolbenhub.

---



Die Maasse in den Tabellen sind mm und bedeutet *H* den **Kolbenhub** der Maschine, *D* den **Durchmesser** des Dampfcylinders.

Vor Benutzung der Normalien beachte man Abschnitt V **„Constructionsregeln“** hauptsächlich zur Feststellung der Dimensionen für das Kurbelwellenlager, den Kurbelzapfen und Kreuzkopfbolzen, ebenso Abschnitt VI **„Steuerungen“** und Abschnitt VIII **„Masseneinwirkung“**.

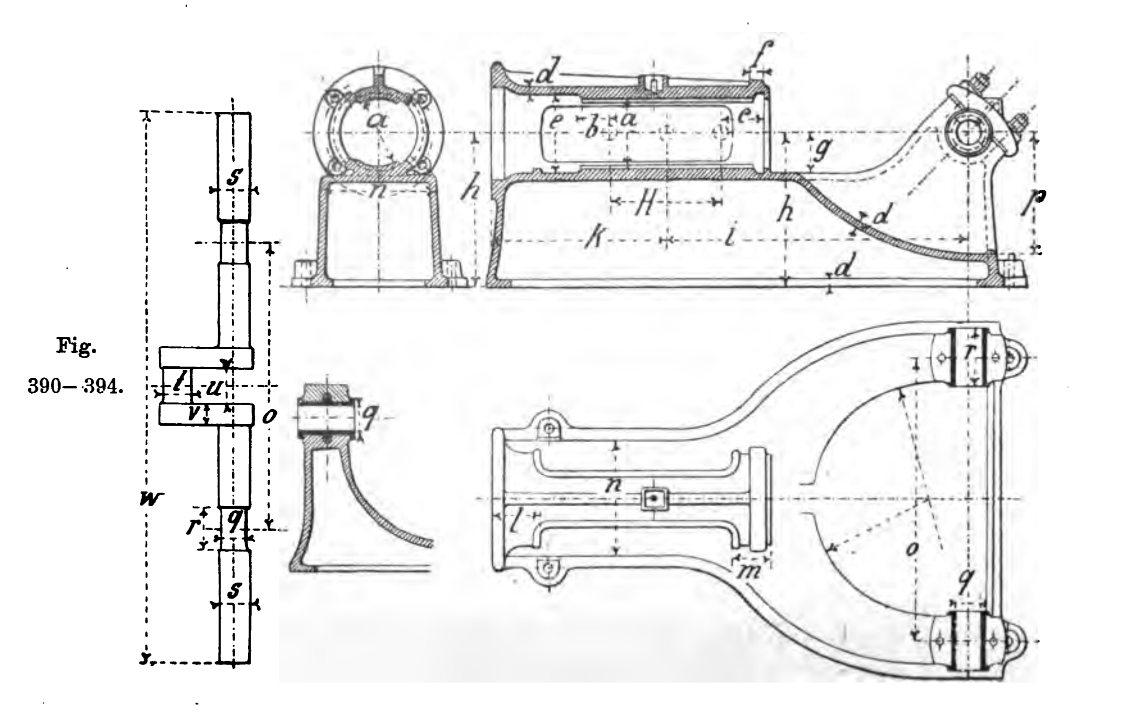


Fig. 390—394.

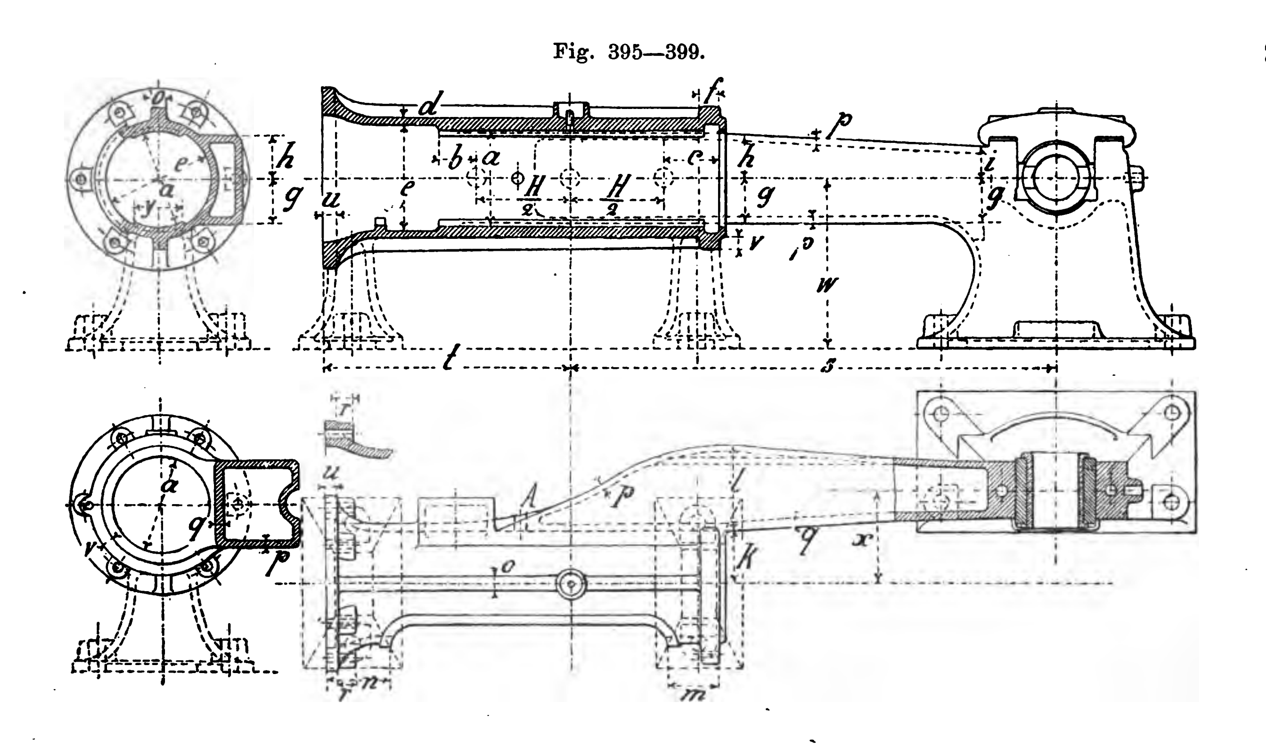
## Rahmen und Kurbelwelle für kleinere Maschinen. Fig. 390—394.

### Tabelle 23.

| Maschine. | | Rahmen. | | | | | | | | | | | | | | | Lager. | | Kurbelwelle. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | H | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* | *v* | *w* | | |
| **200** | **150** | 150 | 50 | 80 | 13 | 165 | 35 | 85 | 300 | 550 | 370 | 100 | 90 | 250 | 550 | 235 | 65 | 130 | 75 | 70 | 80 | 50 | 1200 | | |
| **300** | **200** | 190 | 75 | 110 | 15 | 210 | 40 | 110 | 400 | 800 | 470 | 120 | 100 | 300 | 750 | 310 | 75 | 150 | 85 | 80 | 90 | 60 | 1450 | | |

Dieser Rahmen wird für **liegende** oder **Wand-Dampfmaschinen** bis zu 350 Kolbenhub ausgeführt. Zur Rundführung ist der Kreuzkopf Fig. 429—431 passend. Die Kurbelwelle ist auf beiden Seiten so lang, dass das Schwungrad rechts oder links aufgekeilt werden kann.

Fig. 395—399.



## Der Rahmen. Fig. 395—399. Tabelle 24.

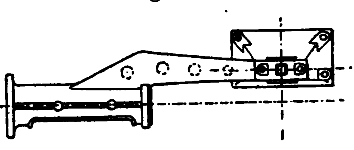
| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* | *v* | *w* | *x* | *y* |
| **400** | **250** | 220 | 90 | 120 | 15 | 240 | 50 | 100 | 90 | 65 | 120 | 185 | 125 | 140 | 30 | 18 | 22 | 40 | 1050 | 570 | 30 | 22 | 370 | 215 | 110 |
| **500** | **300** | 260 | 105 | 142 | 17 | 280 | 55 | 120 | 110 | 78 | 140 | 220 | 140 | 165 | 35 | 19 | 23 | 45 | 1280 | 670 | 33 | 28 | 450 | 240 | 125 |
| **600** | **350** | 300 | 120 | 162 | 18 | 325 | 60 | 140 | 130 | 90 | 160 | 250 | 160 | 190 | 40 | 20 | 25 | 50 | 1530 | 750 | 36 | 35 | 500 | 280 | 155 |
| **700** | **400** | 340 | 135 | 184 | 20 | 365 | 65 | 160 | 150 | 102 | 180 | 290 | 175 | 205 | 45 | 21 | 26 | 55 | 1780 | 839 | 40 | 40 | 550 | 320 | 180 |
| **800** | **450** | 380 | 150 | 200 | 21 | 410 | 70 | 180 | 170 | 115 | 200 | 320 | 195 | 220 | 50 | 22 | 27 | 60 | 2000 | 921 | 43 | 45 | 600 | 360 | 200 |
| **900** | **500** | 430 | 160 | 220 | 22 | 460 | 75 | 200 | 185 | 128 | 230 | 360 | 210 | 240 | 55 | 23 | 28 | 70 | 2250 | 1003 | 46 | 52 | 650 | 400 | 220 |
| **1000** | **550** | 480 | 170 | 240 | 23 | 510 | 80 | 220 | 200 | 140 | 250 | 390 | 230 | 260 | 60 | 24 | 30 | 80 | 2500 | 1115 | 50 | 57 | 700 | 440 | 240 |

*A* Öffnung ca. 30 *Φ* zum Herausschlagen des Kreuzkopfkeiles, Fig. 399.

Normalien des ganz aufliegenden Rahmen mit Rundführung s. Abschnitt V, „Constructionsregeln“.

In Fig. 400 ist die Verbindung zwischen Rundführung und Kurbelwellenlager geradlinig begrenzt, die Herstellung des Modells ist dadurch etwas einfacher, die punktierten Kreise deuten die Öffnungen zum Herausholen des Lehmkernes nach dem Giessen an.

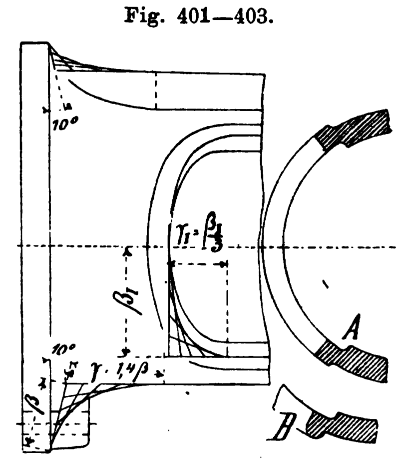
Fig. 400.



Das Fenster für den Kreuzkopf ist mit einer Parabel von 1 : 3 Axenverhältnis zu begrenzen, Fig. 401—403; die äussere Umfassung der Öffnung wird nach A oder B ausgeführt, in ersterem Falle ist die Fläche (15—30 breit) zu bearbeiten.

Fig. 401 zeigt ferner den Anschluss der Rundführung an den Flantsch mittelst Parabel.

Fig. 401—403.




Dem sehr häufig ausgeführten Rahmen Fig. 404 ist der in Fig. 405 dargestellte vorzuziehen.

Fig. 404.

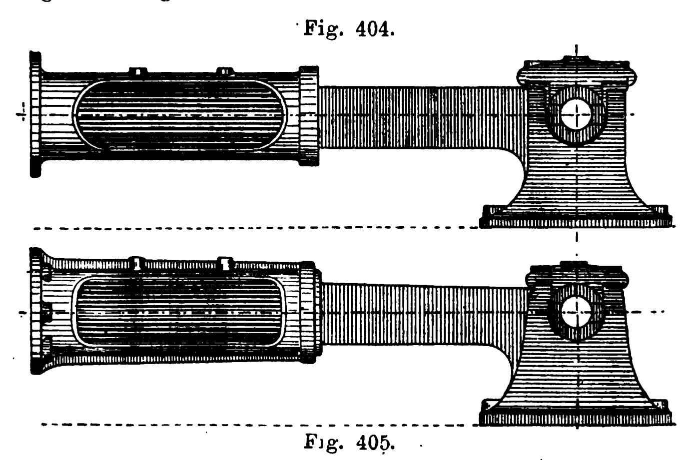


Fig. 405.

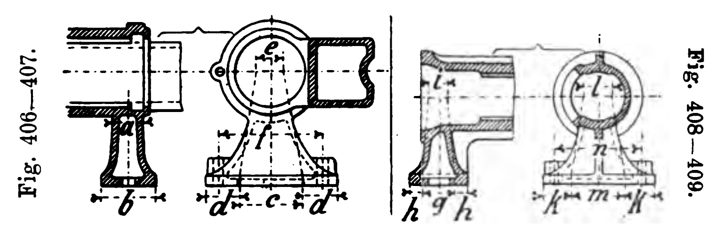


Fig. 406—407. Fig. 408—409.

## Rahmenfüsse. Fig. 406—409.

### Tabelle 25.

| Maschine. | | Mittlerer Rahmenfuss. Fig. 406—407. | | | | | | Hinterer Rahmenfuss. Fig. 408—409. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* |
| 400 | 250 | — | — | — | — | — | — | 150 | 60 | 110 | 140 | 120 | 200 | 380 |
| 500 | 300 | — | — | — | — | — | — | 170 | 65 | 130 | 155 | 145 | 240 | 430 |
| 600 | 350 | — | — | — | — | — | — | 190 | 70 | 160 | 170 | 170 | 280 | 490 |
| 700 | 400 | 160 | 245 | 300 | 180 | 160 | 520 | — | — | — | — | — | — | — |
| 800 | 450 | 170 | 260 | 320 | 190 | 170 | 560 | — | — | — | — | — | — | — |
| 900 | 500 | 180 | 275 | 340 | 200 | 180 | 580 | — | — | — | — | — | — | — |
| 1000 | 550 | 190 | 290 | 360 | 220 | 190 | 640 | — | — | — | — | — | — | — |

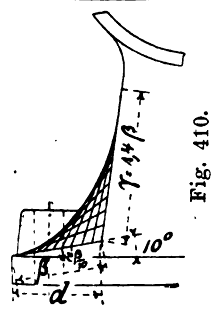
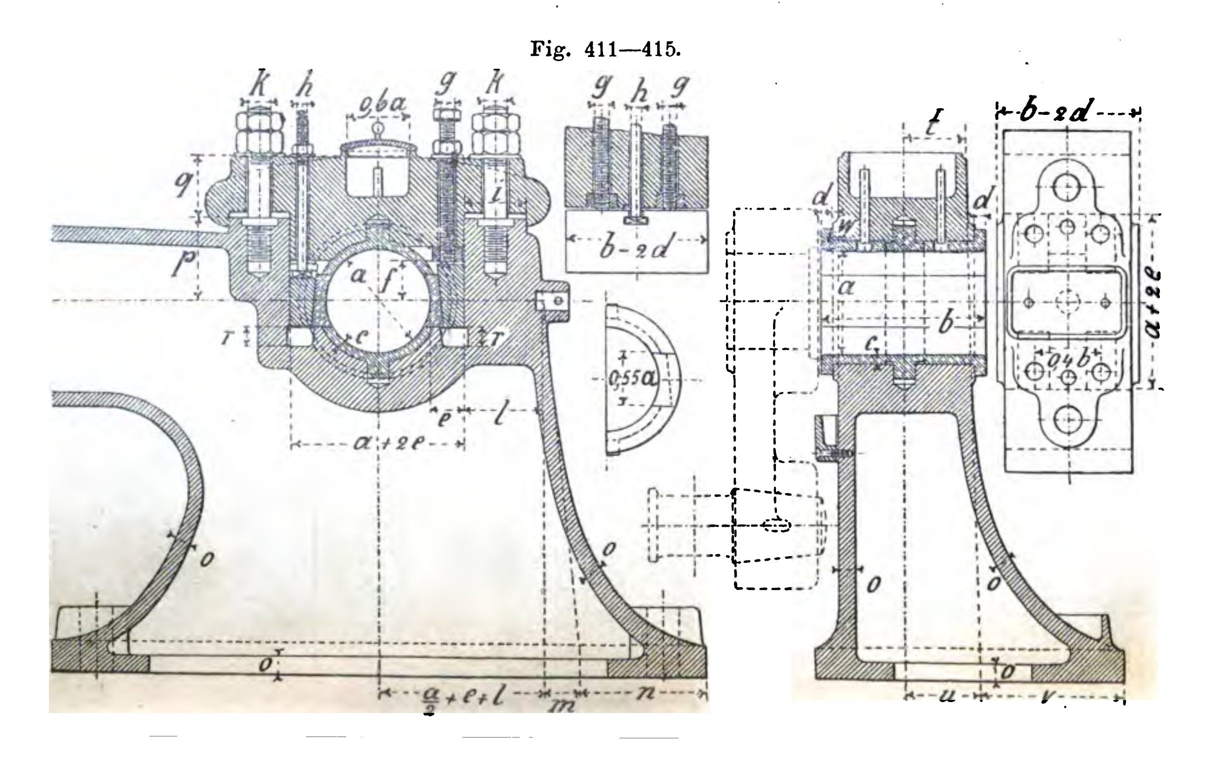


Fig. 410.

Kleinere Maschinen, etwa bis 600 Hub, werden häufig mit freitragendem Dampfcylinder ausgeführt (Fig. 2), in diesem Falle erhält der Rahmen den in Fig. 408—409 dargestellten hinteren Fuss.

Von 700 Hub aufwärts empfiehlt es sich, den Rahmen in der Mitte zu unterstützen (Fig. 4), die seitliche Begrenzung ist mit Parabel, Fig. 410, durchzuführen.

Fig. 411—415.


k
h
0,6a
g
k
g
h
g
q
p
l
a
f
c
r
b - 2d
0,55a
e
l
a + 2e
o
a/2 + e + l
m
n
t
d
w
a
b
c
b - 2d
a + 2e
0,4b
u
v

# Das Kurbelwellenlager. Fig. 411—415.

## Tabelle 26.

| Maschine. | | Lagerschalen. | | | | | | | | | Deckelschrauben. | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | Zahl | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *t* | *u* | *v* | *w* | |
| **400** | **250** | 105 | 170 | 10 | 12 | 35 | 40 | 16 | 13 | 60 | 2 | 26 | 75 | 38 | 125 | 20 | 80 | 65 | 20 | 64 | 75 | 150 | 5 | |
| **500** | **300** | 120 | 200 | 12 | 14 | 40 | 47 | 16 | 13 | 70 | 2 | 29 | 90 | 45 | 145 | 22 | 95 | 75 | 23 | 76 | 90 | 170 | 5 | |
| **600** | **350** | 140 | 220 | 13 | 16 | 45 | 54 | 20 | 13 | 80 | 2 | 32 | 105 | 50 | 165 | 24 | 110 | 85 | 26 | 84 | 100 | 190 | 6 | |
| **700** | **400** | 160 | 250 | 14 | 17 | 45 | 61 | 20 | 13 | 90 | 2 | 32 | 120 | 55 | 190 | 26 | 125 | 95 | 30 | 95 | 110 | 210 | 7 | |
| **800** | **450** | 175 | 280 | 15 | 18 | 52 | 68 | 23 | 16 | 100 | 4 | 32 | 135 | 60 | 195 | 28 | 140 | 105 | 33 | 110 | 125 | 230 | 8 | |
| **900** | **500** | 190 | 310 | 16 | 19 | 55 | 74 | 23 | 16 | 115 | 4 | 36 | 150 | 65 | 210 | 30 | 160 | 115 | 36 | 122 | 140 | 250 | 9 | |
| **1000** | **550** | 210 | 340 | 18 | 20 | 58 | 80 | 23 | 16 | 130 | 4 | 36 | 170 | 70 | 217 | 32 | 175 | 125 | 40 | 135 | 150 | 275 | 10 | |

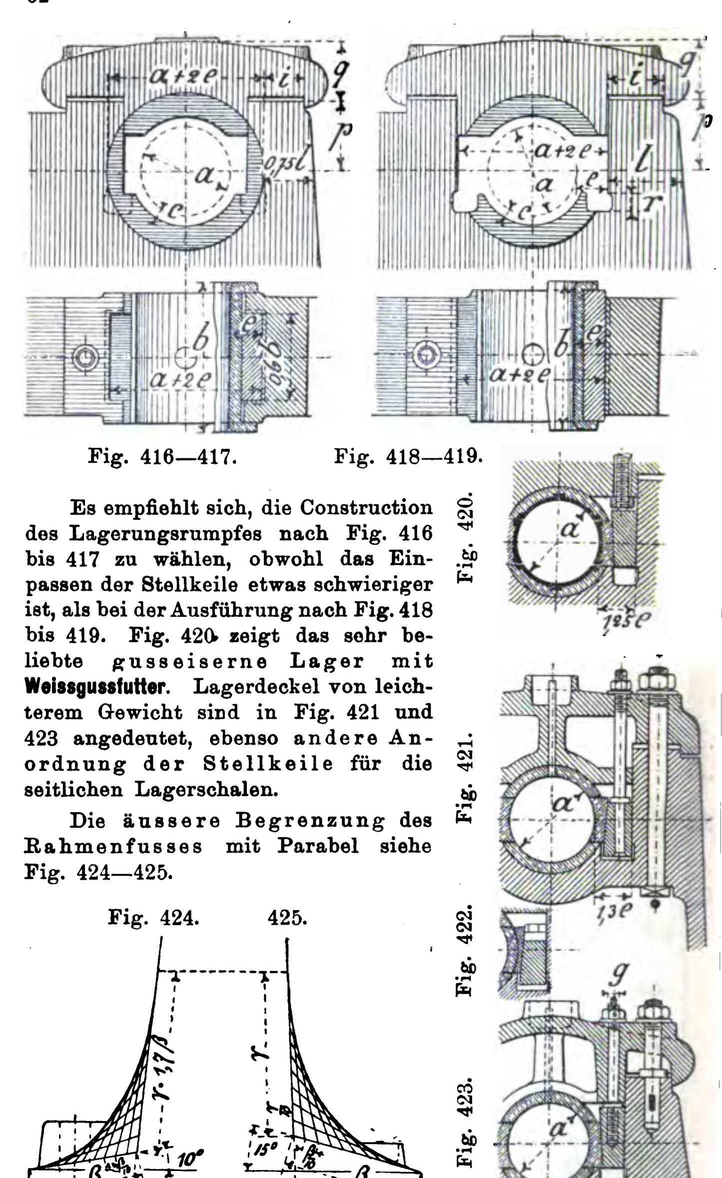



Fig. 416—417. Fig. 418—419.

Fig. 420.

Fig. 421.

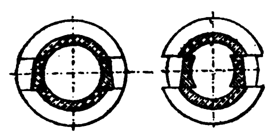
Fig. 422.

Fig. 423.

Es empfiehlt sich, die Construction des Lagerungsrumpfes nach Fig. 416 bis 417 zu wählen, obwohl das Einpassen der Stellkeile etwas schwieriger ist, als bei der Ausführung nach Fig. 418 bis 419. Fig. 420 zeigt das sehr beliebte gusseiserne Lager mit **Weissgussfutter**. Lagerdeckel von leichterem Gewicht sind in Fig. 421 und 423 angedeutet, ebenso andere Anordnung der Stellkeile für die seitlichen Lagerschalen.

Die äussere Begrenzung des Rahmenfusses mit Parabel siehe Fig. 424—425.

Fig. 424. 425.


Fig. 426. 427.

**Die Bearbeitung der Lagerschalen.**

Nachdem die einzelnen Schalenteile gehobelt und zusammengelötet sind, werden dieselben ausgebohrt und der Kragen abgedreht, Fig. 426, auseinander genommen, Fig. 427, zusammengelötet, aussen gedreht, und in den Lagerrumpf eingepasst.

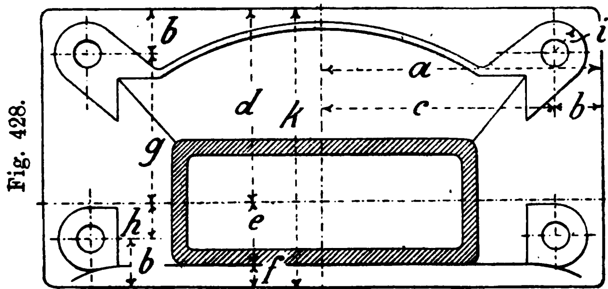


Fig. 428.

## Vorderer Rahmenfuss. Fig. 428.

(Fuss des Kurbelwellenlagers, Fig. 411—415.)

### Tabelle 27.

| Maschine. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* |
| **400** | **250** | 325 | 50 | 275 | 225 | 68 | 27 | 175 | 45 | 40 | 320 |
| **500** | **300** | 380 | 60 | 320 | 260 | 81 | 29 | 200 | 50 | 45 | 370 |
| **600** | **350** | 435 | 65 | 370 | 290 | 88 | 37 | 225 | 60 | 50 | 415 |
| **700** | **400** | 490 | 70 | 420 | 320 | 101 | 44 | 250 | 75 | 55 | 465 |
| **800** | **450** | 530 | 70 | 460 | 355 | 114 | 46 | 285 | 90 | 55 | 515 |
| **900** | **500** | 575 | 80 | 495 | 390 | 127 | 58 | 310 | 105 | 60 | 575 |
| **1000** | **550** | 620 | 80 | 540 | 420 | 140 | 60 | 345 | 120 | 60 | 630 |

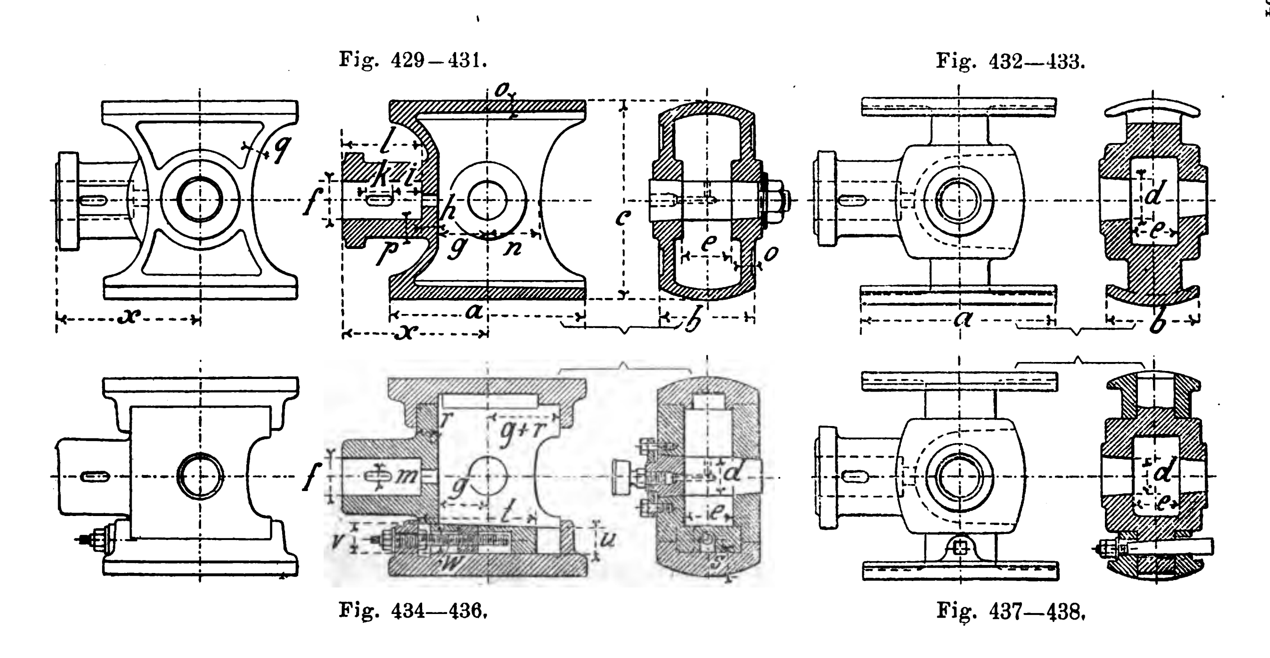


Fig. 429—431.

Fig. 432—433.

Fig. 434—436.

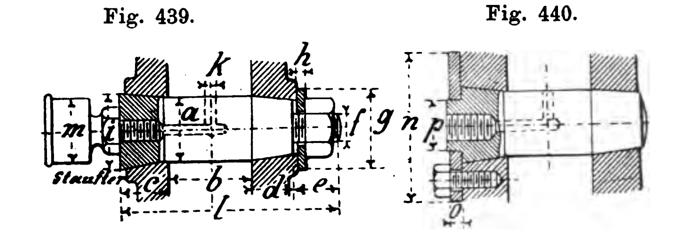
Fig. 437—438.

# Kreuzköpfe zum Rahmen. Fig. 429—438.

## Tabelle 28.

| Maschine. | | Gusseisen. Fig. 429—433. | | | | | | | | | | | | | | | | Schmiedeeisen mit gusseisernem Gleitstück. Fig. 434—436. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $D$ | $a$ | $b$ | $c$ | $d$ | $e$ | $f$ | $g$ | $h$ | $i$ | $k$ | $l$ | $m$ | $n$ | $o$ | $p$ | $q$ | $r$ | $s$ | $t$ | $u$ | $v$ | $w$ | $x$ |
| 200 | **150** | 150 | 75 | 150 | 35 | 45 | 26 | 45 | 12 | 21 | 21 | 63 | 8 | 45 | 10 | 13 | 8 | — | — | — | — | — | — | 120 |
| 300 | **200** | 190 | 90 | 190 | 40 | 52 | 34 | 50 | 14 | 24 | 26 | 86 | 10 | 52 | 12 | 17 | 9 | — | — | — | — | — | — | 150 |
| 400 | **250** | 220 | 110 | 220 | 45 | 60 | 40 | 56 | 17 | 30 | 33 | 97 | 12 | 60 | 14 | 20 | 10 | — | — | — | — | — | — | 170 |
| 500 | **300** | 260 | 125 | 260 | 55 | 72 | 48 | 65 | 20 | 33 | 38 | 115 | 14 | 70 | 14 | 24 | 11 | 28 | 28 | 160 | 25 | 36 | 16 | 200 |
| 600 | **350** | 300 | 155 | 300 | 65 | 80 | 53 | 75 | 22 | 36 | 43 | 123 | 16 | 78 | 15 | 27 | 12 | 30 | 32 | 180 | 30 | 42 | 16 | 220 |
| 700 | **400** | 340 | 180 | 340 | 70 | 90 | 58 | 81 | 24 | 40 | 50 | 140 | 17 | 86 | 16 | 29 | 14 | 33 | 36 | 200 | 35 | 48 | 20 | 245 |
| 800 | **450** | 370 | 200 | 380 | 75 | 95 | 62 | 89 | 26 | 43 | 53 | 150 | 18 | 94 | 17 | 31 | 16 | 36 | 40 | 220 | 40 | 54 | 20 | 265 |
| 900 | **500** | 410 | 220 | 430 | 80 | 100 | 68 | 96 | 28 | 46 | 57 | 161 | 19 | 102 | 18 | 34 | 18 | 40 | 44 | 235 | 45 | 60 | 23 | 285 |
| 1000 | **550** | 440 | 240 | 480 | 90 | 110 | 78 | 106 | 30 | 52 | 64 | 184 | 21 | 110 | 19 | 36 | 20 | 43 | 48 | 250 | 50 | 65 | 23 | 320 |

Fig. 439. Fig. 440.




# Kreuzkopfbolzen. Fig. 439—440.

## Tabelle 29.

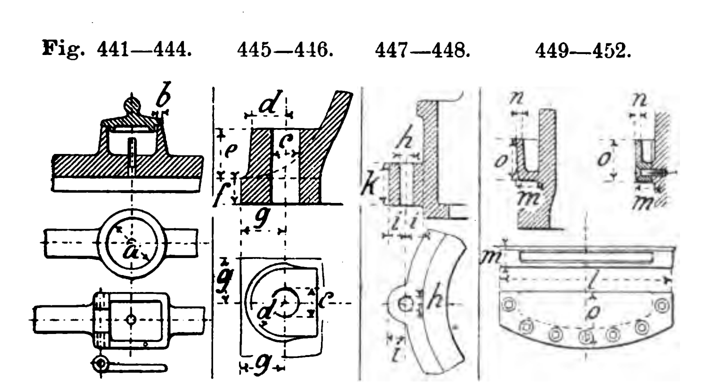
| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* |
| **200** | **150** | 35 | 45 | 30 | 25 | 30 | 16 | 50 | 4 | 42 | 6 | 130 | 20 | — | — | — |
| **300** | **200** | 40 | 52 | 35 | 30 | 35 | 20 | 58 | 5 | 48 | 6 | 152 | 30 | — | — | — |
| **400** | **250** | 45 | 60 | 40 | 35 | 35 | 20 | 65 | 5 | 54 | 6 | 170 | 30 | — | — | — |
| **500** | **300** | 55 | 72 | 45 | 40 | 40 | 23 | 75 | 6 | 70 | 7 | 197 | 40 | 100 | 10 | 40 |
| **600** | **350** | 65 | 80 | 50 | 45 | 40 | 23 | 85 | 7 | 76 | 7 | 215 | 40 | 115 | 13 | 45 |
| **700** | **400** | 70 | 90 | 55 | 50 | 45 | 25 | 95 | 8 | 82 | 7 | 240 | 50 | 130 | 15 | 50 |
| **800** | **450** | 75 | 95 | 60 | 55 | 45 | 27 | 105 | 9 | 89 | 8 | 255 | 50 | 140 | 16 | 55 |
| **900** | **500** | 80 | 100 | 70 | 65 | 50 | 28 | 115 | 10 | 96 | 8 | 285 | 60 | 150 | 17 | 60 |
| **1000** | **550** | 90 | 110 | 80 | 70 | 60 | 32 | 120 | 10 | 106 | 8 | 320 | 60 | 160 | 18 | 70 |

Ist der Kreuzkopf nicht genügend kräftig, so kann bei Anwendung des Bolzens Fig. 439, durch starkes Anziehen der Mutter das Maass *b* verspannt werden; dieses zu verhindern, dient die Construction Fig. 440.

# Verschiedenes. Fig. 441—452.

## Tabelle 30.

Fig. 441—444. 445—446. 447—448. 449—452.




| | Schmiergefäss der Rundführung. Fig. 441—444. | | | Nocken der Fundamentanker Fig. 445—446. | | | | | Anschluss d. Schutzstange. Fig. 447—448. | | | Schmierfänger des Kurbellagers. Fig. 449—452. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | Zahl | $a$ | $b$ | $c$ | $d$ | $e$ | $f$ | $g$ | $h$ | $i$ | $k$ | $l$ | $m$ | $n$ | $o$ |
| **200** | 1 | 40 | 5 | 28 | 32 | 35 | 25 | 40 | — | — | — | — | — | — | — |
| **300** | 1 | 50 | 6 | 30 | 35 | 40 | 30 | 45 | — | — | — | — | — | — | — |
| **400** | 1 | 60 | 7 | 35 | 40 | 45 | 35 | 50 | 16 | 21 | 50 | 200 | 25 | 6 | 50 |
| **500** | 1 | 70 | 8 | 40 | 45 | 48 | 40 | 60 | 18 | 23 | 55 | 230 | 25 | 6 | 55 |
| **600** | 1 | 80 | 9 | 45 | 50 | 50 | 45 | 65 | 20 | 24 | 60 | 260 | 28 | 7 | 60 |
| **700** | 1 | 90 | 10 | 50 | 55 | 60 | 50 | 70 | 22 | 25 | 65 | 290 | 28 | 7 | 65 |
| **800** | 2 | 80 | 10 | 52 | 55 | 65 | 55 | 70 | 24 | 26 | 70 | 320 | 30 | 8 | 70 |
| **900** | 2 | 85 | 12 | 55 | 60 | 70 | 60 | 80 | 25 | 28 | 75 | 350 | 32 | 8 | 75 |
| **1000** | 2 | 90 | 12 | 55 | 60 | 75 | 65 | 80 | 26 | 30 | 80 | 380 | 35 | 8 | 80 |

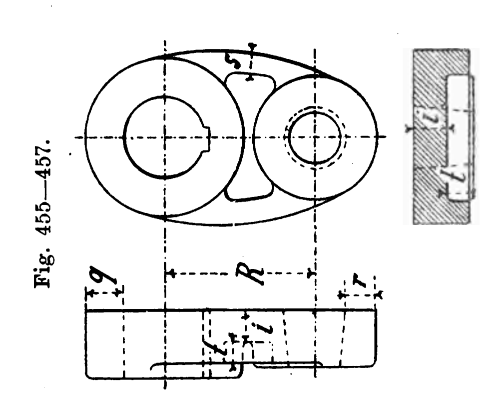



Fig. 455—457.

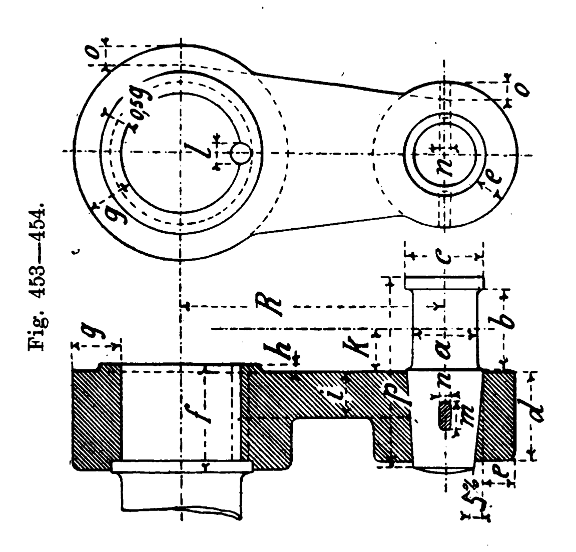


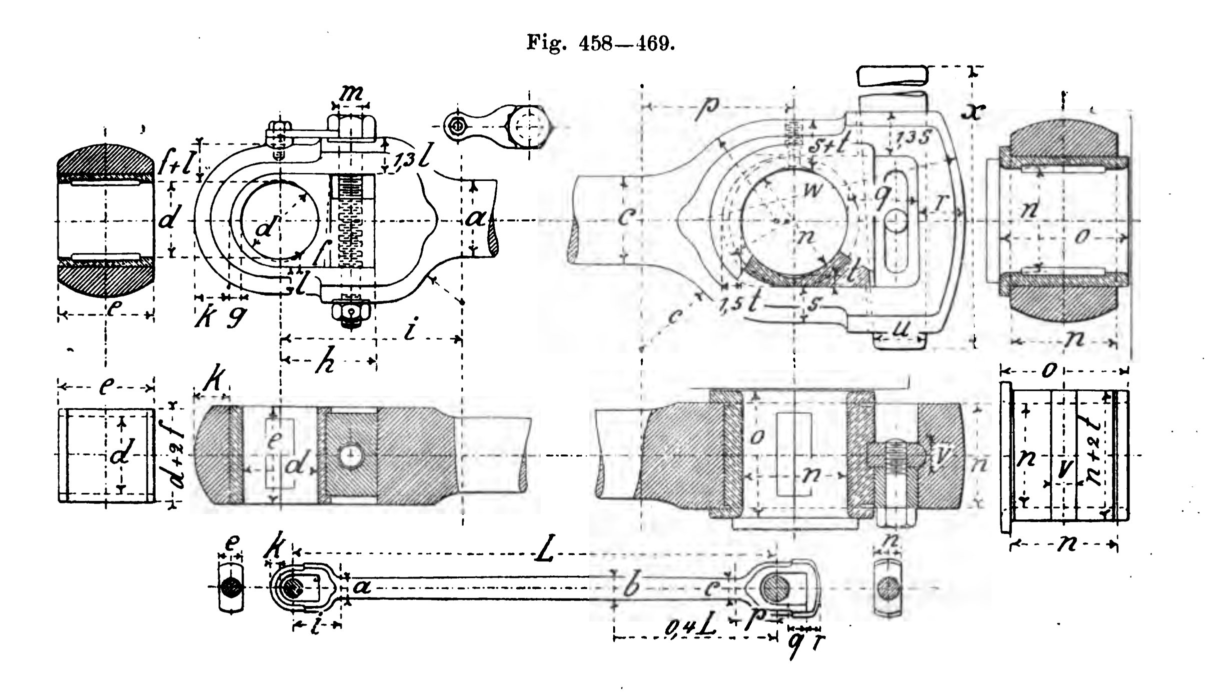

Fig. 453—454.

## Kurbel und Kurbelzapfen. Fig. 453—457.

### Tabelle 31.

| Maschine. | | | Schmiedeeiserne Kurbel. Fig. 453—454. | | | | | | | | | | | | | | | Gusseisen. Fig. 455—457. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *R* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* |
| **400** | **250** | 200 | 60 | 75 | 80 | 80 | 25 | 90 | 50 | — | 45 | 40 | 20 | 26 | 10 | 20 | 170 | 50 | 40 | 30 | 30 |
| **500** | **300** | 250 | 70 | 85 | 90 | 100 | 30 | 106 | 55 | 9 | 50 | 43 | 22 | 30 | 11 | 22 | 200 | 58 | 45 | 33 | 35 |
| **600** | **350** | 300 | 80 | 100 | 100 | 110 | 35 | 128 | 60 | 10 | 55 | 52 | 25 | 34 | 12 | 24 | 230 | 66 | 50 | 36 | 40 |
| **700** | **400** | 350 | 85 | 105 | 105 | 120 | 40 | 150 | 65 | 10 | 65 | 55 | 28 | 38 | 14 | 26 | 245 | 75 | 55 | 40 | 45 |
| **800** | **450** | 400 | 95 | 120 | 110 | 130 | 45 | 168 | 70 | 10 | 75 | 62 | 30 | 42 | 16 | 28 | 270 | — | — | — | — |
| **900** | **500** | 450 | 105 | 135 | 125 | 145 | 50 | 187 | 75 | 12 | 85 | 70 | 32 | 45 | 18 | 30 | 300 | — | — | — | — |
| **1000** | **550** | 500 | 115 | 150 | 135 | 160 | 52 | 206 | 80 | 13 | 100 | 77 | 35 | 50 | 20 | 32 | 330 | — | — | — | — |

Fig. 458—469.

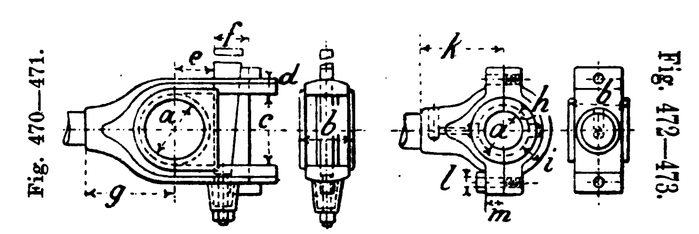

m
f+l
1,3 l
d
d
a
l
l
e
k g
i
h
p
1,35
s+t
w
q
r
n
c
n
o
t
1,5 t
s
c
u
x
n
e
k
d+2f
d
e
d
o
n
V
n
o
n
V
n+2f
n
e
k
L
a
b
c
0,4 L
p
q r
i
n

# Treibstange. Fig. 458—469.

## Tabelle 32.

| Maschine. | | Schaft. | | | | Kreuzkopfseite. | | | | | | | | | Kurbelseite. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *L* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* | *v* | *w* | *x* |
| **200** | **150** | 550 | 35 | 40 | 37 | 35 | 45 | 4 | 6 | 45 | 90 | 16 | 13 | 10 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| **300** | **200** | 800 | 40 | 46 | 43 | 40 | 52 | 4 | 6 | 52 | 100 | 18 | 14 | 10 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| **400** | **250** | 1050 | 45 | 55 | 52 | 45 | 60 | 5 | 8 | 60 | 110 | 20 | 16 | 13 | 60 | 75 | 85 | 42 | 28 | 22 | 6 | 32 | 20 | 160 | 190 |
| **500** | **300** | 1280 | 50 | 65 | 60 | 55 | 72 | 5 | 8 | 70 | 130 | 24 | 19 | 16 | 70 | 85 | 100 | 45 | 32 | 24 | 7 | 34 | 23 | 190 | 220 |
| **600** | **350** | 1530 | 55 | 73 | 65 | 65 | 80 | 6 | 9 | 80 | 145 | 26 | 20 | 16 | 80 | 100 | 115 | 50 | 35 | 26 | 8 | 36 | 26 | 225 | 250 |
| **700** | **400** | 1780 | 60 | 80 | 70 | 70 | 90 | 6 | 10 | 85 | 155 | 28 | 21 | 16 | 85 | 105 | 130 | 55 | 38 | 30 | 9 | 38 | 28 | 260 | 280 |
| **800** | **450** | 2000 | 70 | 90 | 80 | 75 | 95 | 7 | 11 | 90 | 165 | 30 | 22 | 16 | 95 | 120 | 145 | 60 | 40 | 34 | 10 | 41 | 32 | 295 | 310 |
| **900** | **500** | 2250 | 75 | 95 | 85 | 80 | 100 | 8 | 12 | 95 | 170 | 33 | 24 | 20 | 105 | 135 | 160 | 66 | 42 | 36 | 10 | 45 | 36 | 330 | 340 |
| **1000** | **550** | 2500 | 80 | 100 | 90 | 90 | 110 | 8 | 13 | 105 | 180 | 36 | 30 | 20 | 115 | 150 | 175 | 72 | 44 | 38 | 10 | 50 | 40 | 360 | 380 |

Normalien der Treibstangenköpfe anderer Construction s. Abschnitt V, „Constructionsregeln“.




# Treibstangenköpfe

für Maschinen mit gekröpfter Kurbelwelle. Fig. 470—473.

**Tabelle 33.**

| Maschine. | | Treibstangenkopf Fig. 470—471. | | | | | | | Fig. 472—473. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* |
| 200 | 150 | 70 | 80 | 85 | 20 | 45 | 45 | 110 | 7,5 | 28 | 120 | 16 | 30 |
| 300 | 200 | 80 | 90 | 95 | 22 | 50 | 50 | 120 | 7,5 | 30 | 130 | 20 | 35 |

**Die Form des runden Schaftes der Treibstange.**

Die stärkste Stelle lege man etwa 0,4 L vom Kurbelzapfen entfernt, teile den Schaft in eine Anzahl gleicher Teile und bestimme zu einer nach beiden Seiten regelmässig verlaufenden Kurve die Durchmesser zu den betreffenden Teilpunkten.

Fig. 474 zeigt den Schaft der Treibstange zu Maschine 250/400.
„ 475 „ „ „ „ „ „ „ 450/800.

Fig. 474.

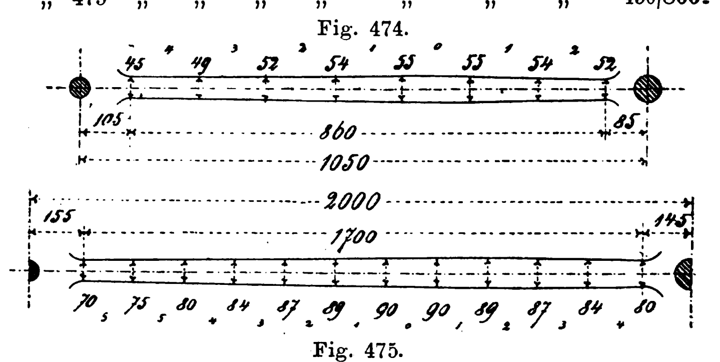
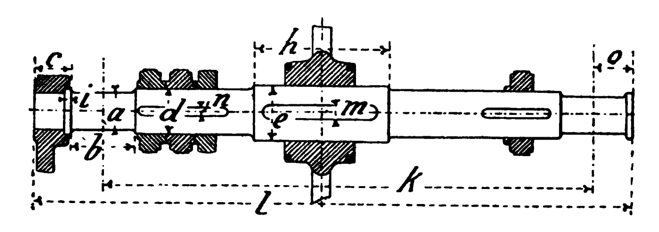


Fig. 475.

Fig. 476.




## Kurbelwelle. Fig. 476.

### Tabelle 34.

| Maschine. | | Kurbel-lager. | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* |
| **400** | **250** | 105 | 170 | 90 | 125 | 125 | — | 5 | 1300 | 1572 | 35 | 16 | 97 |
| **500** | **300** | 120 | 200 | 106 | 140 | 140 | — | 6 | 1450 | 1774 | 40 | 16 | 118 |
| **600** | **350** | 140 | 220 | 128 | 165 | 190 | 500 | 8 | 1600 | 1968 | 45 | 18 | 130 |
| **700** | **400** | 160 | 250 | 150 | 185 | 220 | 600 | 10 | 1750 | 2172 | 50 | 18 | 147 |
| **800** | **450** | 175 | 280 | 168 | 200 | 250 | 700 | 12 | 1900 | 2370 | 55 | 20 | 162 |
| **900** | **500** | 190 | 310 | 187 | 220 | 270 | 800 | 13 | 2100 | 2622 | 60 | 20 | 180 |
| **1000** | **550** | 210 | 340 | 206 | 240 | 290 | 900 | 15 | 2300 | 2871 | 65 | 22 | 195 |

Den Sitz des Schwungrades s. unter „Hauptmaasse“, Abschnitt IV.

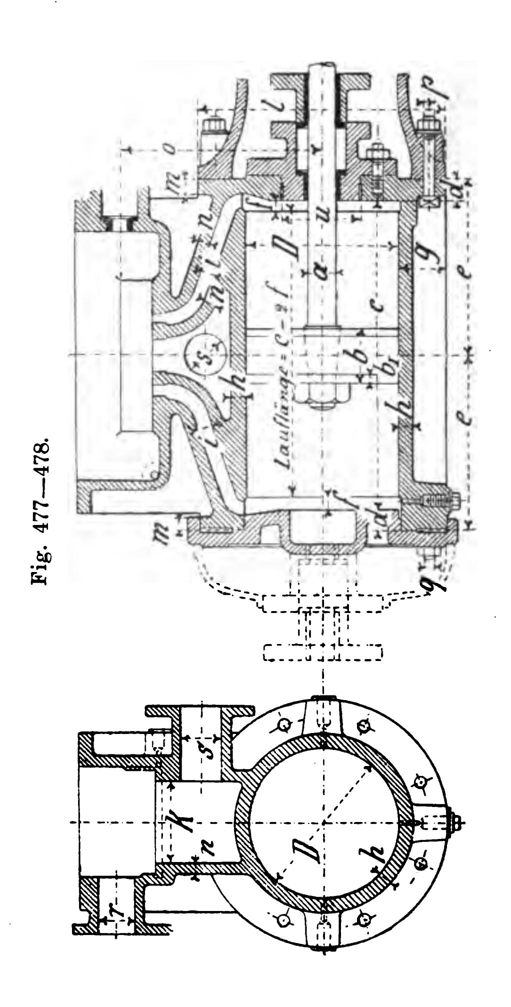


Fig. 477—478.

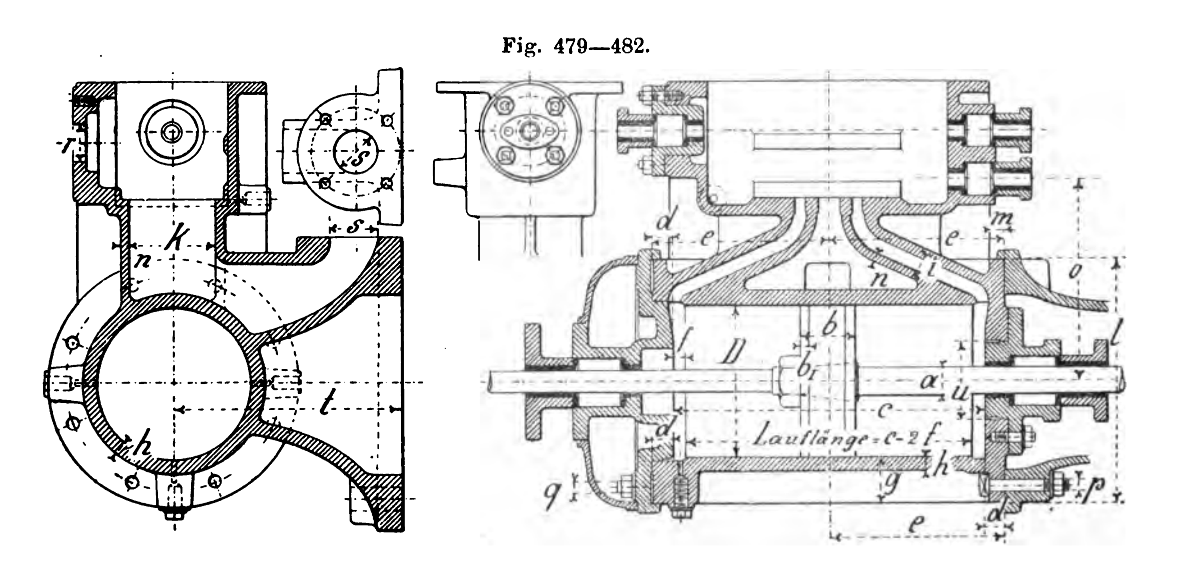
## **Dampfcylinder,** Fig. 477—478,

von 150—350 Durchmesser für **einfache** Schiebersteuerung.

**Tabelle 35.**

| Maschine. | | Kolben. | | | | | | | | | Kanal. | | | | | | Schrb. | | Schrb. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *b1* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | Zahl | *p* | Zahl | *q* | *r* | *s* | *u* |
| **200** | **150** | 28 | 75 | 12 | 280 | 20 | 160 | 17 | 65 | 20 | 12 | 80 | 280 | 21 | 12 | — | 4 | 20 | 6 | 20 | 35 | 45 | 80 |
| **300** | **200** | 36 | 80 | 12 | 390 | 25 | 220 | 18 | 70 | 20 | 14 | 110 | 340 | 23 | 13 | — | 4 | 20 | 6 | 20 | 45 | 55 | 105 |
| **400** | **250** | 43 | 90 | 14 | 500 | 30 | 280 | 20 | 75 | 22 | 18 | 140 | 400 | 25 | 14 | 330 | 4 | 23 | 8 | 20 | 60 | 70 | 130 |
| **500** | **300** | 50 | 100 | 16 | 610 | 35 | 340 | 22 | 85 | 23 | 24 | 170 | 470 | 28 | 16 | 380 | 5 | 26 | 8 | 23 | 75 | 90 | 160 |
| **600** | **350** | 55 | 110 | 18 | 720 | 40 | 400 | 24 | 95 | 24 | 28 | 210 | 540 | 30 | 18 | 420 | 5 | 29 | 10 | 23 | 90 | 110 | 190 |

Fig. 479—482.



## **Dampfcylinder,** Fig. 479—482,

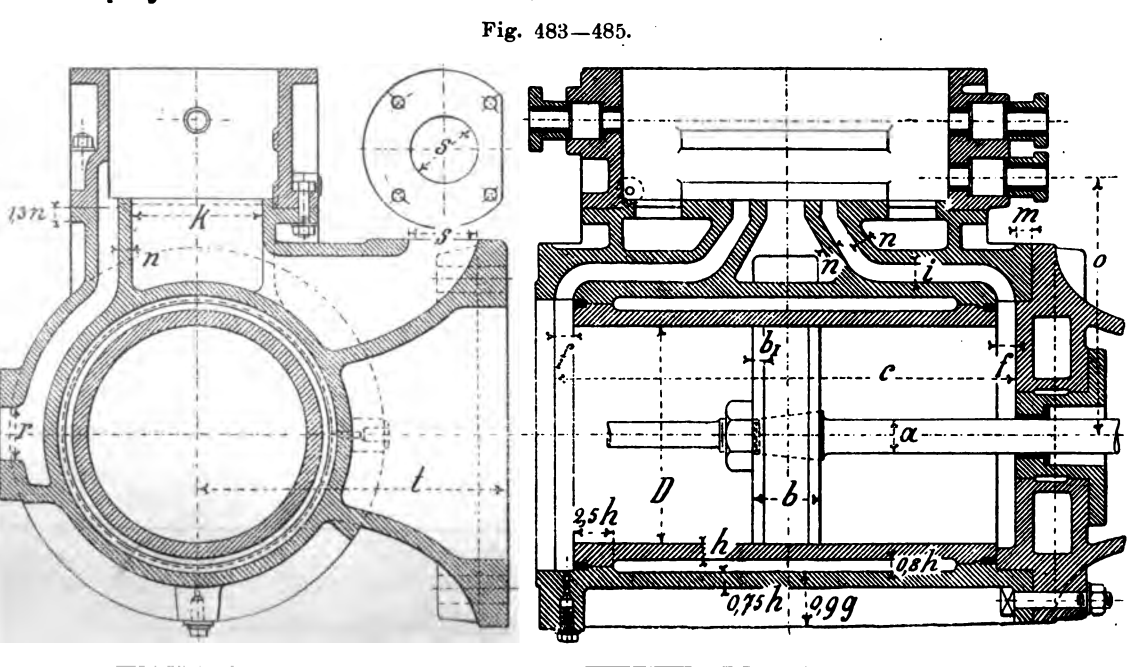
von 250—550 Durchmesser für **Doppelschieber**-Steuerung.

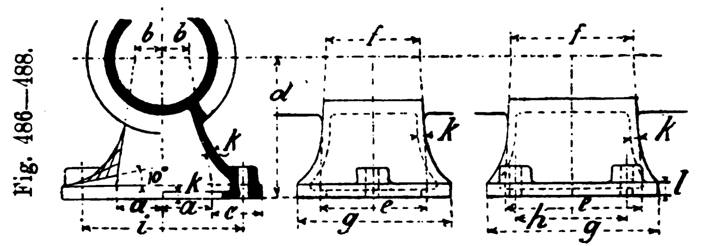
### Tabelle 36.

| Maschine. | | Kolben. | | | | | | | | | Kanal. | | | | | | Schrb. | | Schrb. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *b₁* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | Zahl | *p* | Zahl | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* |
| **400** | **250** | 43 | 90 | 14 | 500 | 30 | 280 | 21 | 75 | 22 | 20 | 140 | 400 | 25 | 14 | 330 | 4 | 23 | 8 | 20 | 60 | 70 | 370 | 130 |
| **500** | **300** | 50 | 100 | 16 | 610 | 35 | 340 | 22 | 85 | 23 | 24 | 170 | 470 | 28 | 16 | 375 | 5 | 26 | 8 | 23 | 75 | 90 | 450 | 160 |
| **600** | **350** | 55 | 110 | 18 | 720 | 40 | 400 | 24 | 95 | 24 | 28 | 210 | 540 | 30 | 18 | 425 | 5 | 29 | 10 | 23 | 90 | 110 | 500 | 190 |
| **700** | **400** | 60 | 120 | 20 | 832 | 45 | 461 | 27 | 100 | 24 | 32 | 250 | 600 | 33 | 20 | 480 | 6 | 29 | 10 | 23 | 105 | 125 | 550 | 220 |
| **800** | **450** | 65 | 125 | 21 | 938 | 50 | 519 | 29 | 105 | 25 | 37 | 290 | 660 | 36 | 22 | 540 | 6 | 32 | 10 | 26 | 115 | 140 | 600 | 240 |
| **900** | **500** | 70 | 130 | 22 | 1044 | 55 | 577 | 31 | 110 | 25 | 42 | 330 | 720 | 38 | 23 | 596 | 8 | 32 | 12 | 26 | 130 | 160 | 650 | 250 |
| **1000** | **550** | 80 | 135 | 23 | 1150 | 60 | 635 | 32 | 115 | 26 | 46 | 370 | 780 | 40 | 24 | 658 | 8 | 35 | 14 | 26 | 145 | 180 | 700 | 260 |

# **Dampfcylinder** mit **Dampfhemd** und **angeschraubtem** Schieberkasten. Fig. 483—485.

**Fig.** 483—485.






# Fuss des Dampfcylinders. Fig. 486—488.

**Tabelle 37.**

| Maschine. | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* |
| **400** | **250** | 120 | 70 | 125 | 370 | 300 | 260 | 420 | 0 | 390 | 18 | 35 |
| **500** | **300** | 140 | 85 | 145 | 450 | 350 | 300 | 500 | 350 | 450 | 20 | 40 |
| **600** | **350** | 160 | 100 | 165 | 500 | 400 | 350 | 560 | 400 | 520 | 23 | 45 |
| **700** | **400** | 180 | 115 | 180 | 550 | 450 | 400 | 620 | 450 | 580 | 25 | 50 |
| **800** | **450** | 200 | 130 | 195 | 600 | 500 | 460 | 680 | 475 | 640 | 28 | 55 |
| **900** | **500** | 220 | 150 | 210 | 650 | 550 | 480 | 740 | 500 | 700 | 30 | 60 |
| **1000** | **550** | 235 | 170 | 220 | 700 | 600 | 520 | 800 | 550 | 750 | 31 | 65 |

**Fig.** 483—485 zeigt einen Dampfcylinder mit **Dampfhemd** für Meyer'sche Schiebersteuerung. Die Dimensionen sind aus Tabelle 36 zu entnehmen.

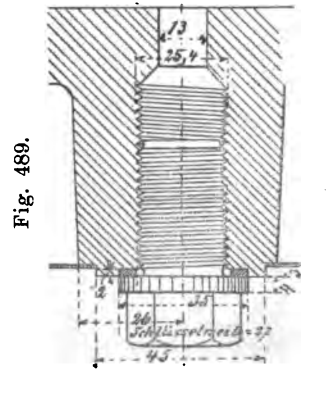



Fig. 489.

Der **Indikatornocken**, Fig. 489, wird an beiden Cylinderseiten angebracht und erhält 1″ engl. Gewinde, Verschluss - Schraube aus Rotguss.

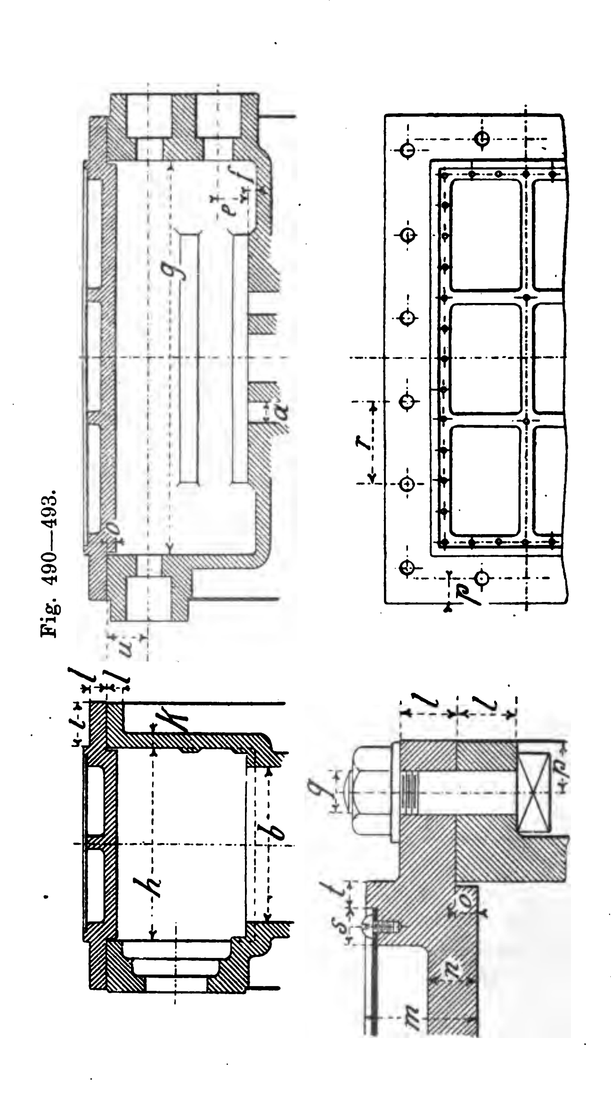


Fig. 490—493.

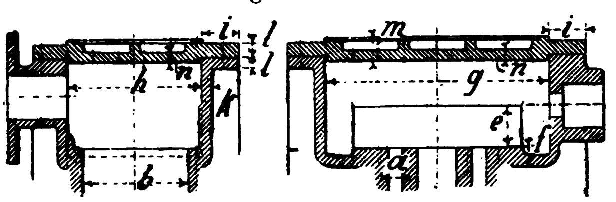
# Schieberkasten mit Deckel

für Meyer'sche Steuerung. Fig. 490—493.

## Tabelle 40.

| Maschine. | | Steuerung o C Schieber. Tabelle 50—51. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | mC Tab. 56—57. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | Schraub. | | | | | | | |
| *H* | *D* | *a* | *b* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | Zahl | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* | *g* | |
| 300 | 200 | 12 | 110 | 26 | 10 | 270 | 145 | 50 | 13 | 15 | 30 | 13 | 5 | 16 | 10 | 13 | 100 | 13 | 8 | 45 | 280 | |
| 400 | 250 | 16 | 140 | 30 | 10 | 320 | 180 | 52 | 14 | 16 | 35 | 15 | 6 | 18 | 12 | 16 | 110 | 14 | 8 | 50 | 330 | |
| 500 | 300 | 20 | 170 | 35 | 10 | 380 | 225 | 56 | 16 | 20 | 40 | 18 | 7 | 20 | 14 | 16 | 115 | 14 | 9 | 55 | 400 | |
| 600 | 350 | 25 | 210 | 40 | 10 | 440 | 265 | 60 | 18 | 23 | 45 | 20 | 8 | 24 | 16 | 20 | 120 | 15 | 10 | 60 | 460 | |
| 700 | 400 | 29 | 250 | 45 | 15 | 504 | 305 | 65 | 20 | 27 | 50 | 24 | 9 | 26 | 18 | 20 | 120 | 15 | 11 | 65 | 530 | |
| 800 | 450 | 33 | 290 | 50 | 15 | 570 | 355 | 70 | 23 | 29 | 55 | 26 | 10 | 28 | 20 | 23 | 120 | 15 | 12 | 70 | 600 | |
| 900 | 500 | 38 | 330 | 50 | 20 | 650 | 400 | 75 | 27 | 31 | 60 | 28 | 11 | 30 | 20 | 23 | 125 | 16 | 13 | 75 | 680 | |
| 1000 | 550 | 42 | 370 | 55 | 20 | 720 | 440 | 80 | 30 | 33 | 65 | 30 | 12 | 33 | 22 | 25 | 130 | 16 | 14 | 80 | 750 | |

Fig. 494—495.



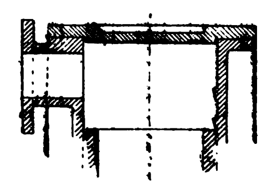

# Schieberkasten, Fig. 494—495,

für einfache Schiebersteuerung,

passend zum Schieber Fig. 539—542.

## Tabelle 38.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* |
| 200 | 150 | 9 | 80 | 40 | 10 | 150 | 115 | 48 | 12 | 13 | 23 | 10 |
| 300 | 200 | 12 | 110 | 50 | 10 | 190 | 145 | 50 | 13 | 15 | 25 | 12 |
| 400 | 250 | 16 | 140 | 55 | 10 | 230 | 180 | 50 | 13 | 16 | 30 | 13 |
| 500 | 300 | 20 | 170 | 60 | 10 | 300 | 220 | 52 | 14 | 18 | 34 | 14 |
| 600 | 350 | 25 | 210 | 65 | 10 | 360 | 265 | 54 | 15 | 20 | 38 | 16 |



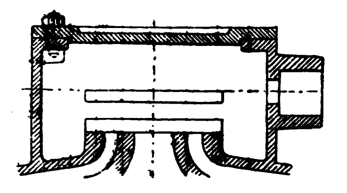
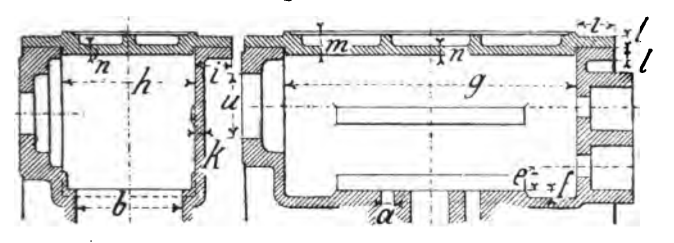


Fig. 496—497.

Fig. 498—499.



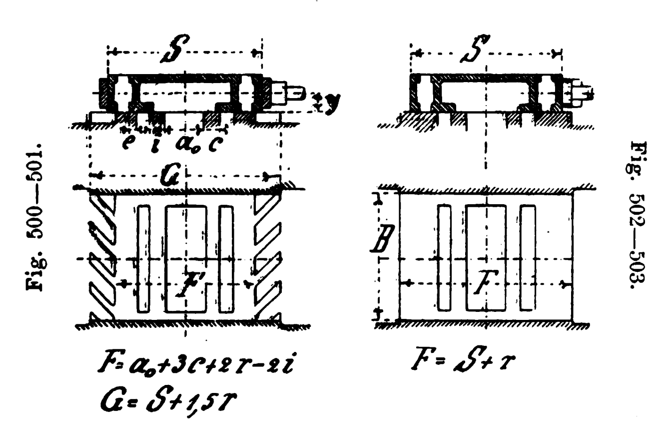

## Schieberkasten, Fig. 498—499,

für Rider-Steuerung.

**Tabelle 39.**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zur Steuerung oC Fig. 558—561. | $H$ | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
| | $D$ | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 |
| | $u$ | 85 | 105 | 125 | 145 | 170 | 190 | 215 |
| | $g$ | 350 | 420 | 500 | 560 | 640 | 700 | 780 |
| mC Fig. 588—591. | $g$ | 360 | 430 | 510 | 580 | 660 | 720 | 800 |

## Schieberspiegel. Fig. 500—503.

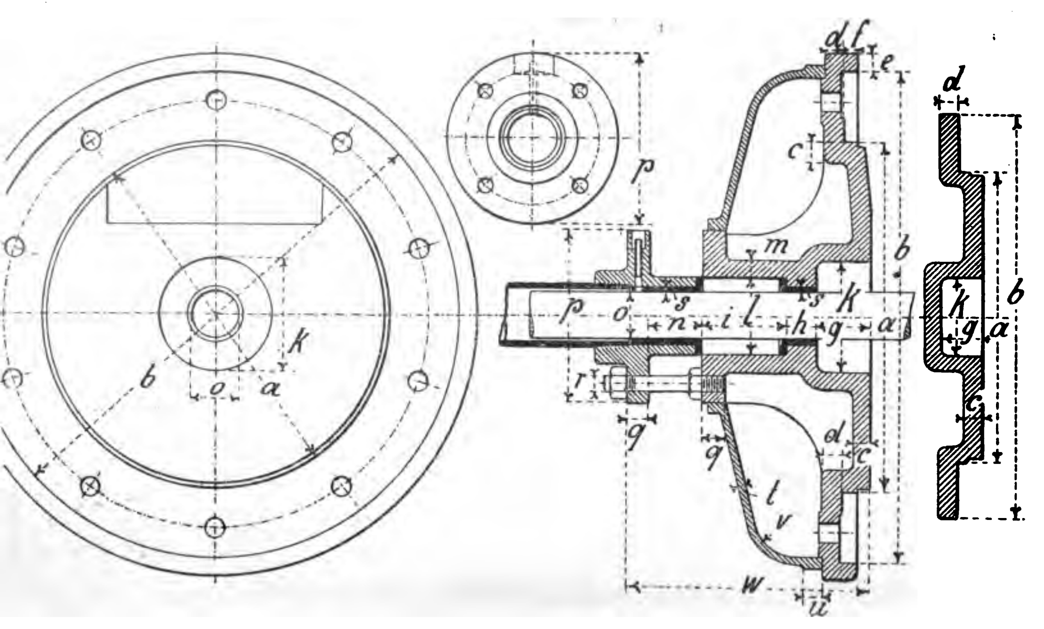



$F = a_0 + 3c + 2r - 2i$

$G = S + 1{,}5r$

$F = S + r$

Fig. 504—507.

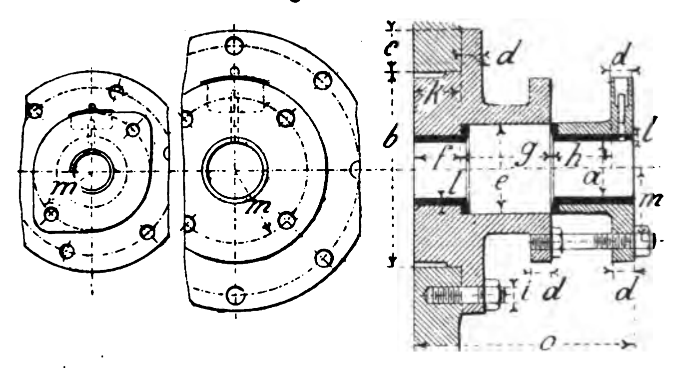


## Hinterer Cylinderdeckel. Fig. 504—507.

### Tabelle 41.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | | Schrb. | | | Schutzhaube | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | Zahl | *r* | *s* | *t* | *u* | *v* | *w* |
| 200 | 150 | 160 | 280 | 18 | 20 | — | — | 35 | — | — | 70 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 300 | 200 | 210 | 340 | 20 | 21 | — | — | 45 | — | — | 85 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 400 | 250 | 260 | 400 | 22 | 23 | — | — | 55 | — | — | 110 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 500 | 300 | 310 | 470 | 23 | 24 | 15 | 14 | 60 | 30 | 95 | 115 | 90 | 18 | 60 | 50 | 206 | 26 | 3 | 20 | 6 | 7 | 15 | 60 | 271 |
| 600 | 350 | 365 | 540 | 24 | 26 | 16 | 15 | 65 | 35 | 100 | 120 | 95 | 20 | 64 | 55 | 212 | 27 | 3 | 20 | 6 | 8 | 16 | 65 | 291 |
| 700 | 400 | 415 | 600 | 26 | 28 | 20 | 16 | 70 | 40 | 105 | 130 | 100 | 21 | 68 | 60 | 216 | 28 | 3 | 20 | 7 | 9 | 18 | 65 | 311 |
| 800 | 450 | 465 | 660 | 28 | 30 | 22 | 18 | 75 | 40 | 110 | 150 | 105 | 22 | 72 | 65 | 230 | 29 | 3 | 23 | 7 | 10 | 20 | 70 | 326 |
| 900 | 500 | 515 | 720 | 30 | 32 | 24 | 20 | 80 | 45 | 115 | 155 | 110 | 23 | 76 | 70 | 234 | 30 | 3 | 23 | 8 | 11 | 22 | 75 | 346 |
| 1000 | 550 | 565 | 780 | 32 | 34 | 25 | 25 | 85 | 55 | 125 | 160 | 125 | 24 | 85 | 80 | 250 | 30 | 4 | 23 | 8 | 12 | 25 | 80 | 380 |

Fig. 508—510.

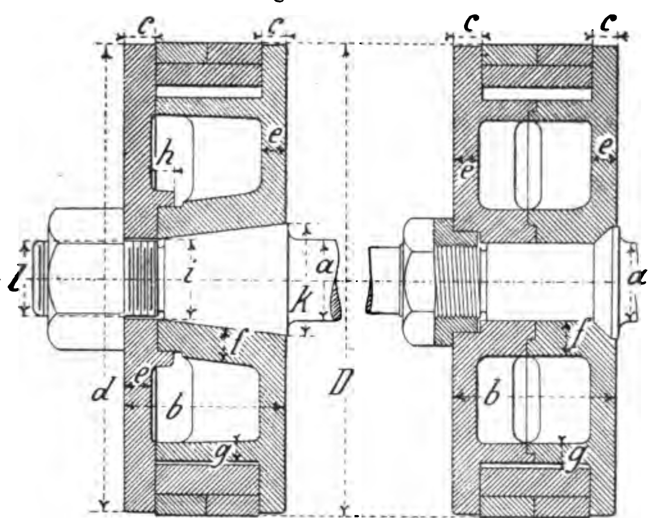



# Vorderer Cylinderdeckel. Fig. 508—510.

## Tabelle 42.

| Maschine. | | | | | | | | | | Schrb. | | | | | Schrb. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | Zahl | *i* | *k* | *l* | *m* | Zahl | *n* | *o* |
| 200 | 150 | 28 | 80 | 40 | 19 | 60 | 25 | 62 | 42 | 4 | 16 | 35 | 3 | 55 | 2 | 13 | 148 |
| 300 | 200 | 36 | 105 | 50 | 22 | 70 | 30 | 75 | 49 | 4 | 16 | 40 | 4 | 64 | 2 | 16 | 176 |
| 400 | 250 | 43 | 130 | 55 | 24 | 80 | 35 | 85 | 55 | 6 | 16 | 40 | 5 | 72 | 2 | 20 | 199 |
| 500 | 300 | 50 | 160 | 55 | 26 | 90 | 40 | 95 | 60 | 6 | 20 | 45 | 6 | 79 | 3 | 20 | 221 |
| 600 | 350 | 55 | 190 | 55 | 27 | 95 | 45 | 100 | 64 | 6 | 20 | 50 | 6 | 82 | 3 | 20 | 236 |
| 700 | 400 | 60 | 222 | 60 | 28 | 100 | 50 | 105 | 68 | 6 | 20 | 55 | 7 | 84 | 3 | 20 | 251 |
| 800 | 450 | 65 | 240 | 60 | 29 | 105 | 55 | 110 | 72 | 8 | 20 | 60 | 7 | 88 | 3 | 23 | 266 |
| 900 | 500 | 70 | 250 | 60 | 30 | 110 | 60 | 115 | 76 | 8 | 20 | 60 | 8 | 90 | 3 | 23 | 281 |
| 1000 | 550 | 80 | 260 | 60 | 30 | 120 | 70 | 125 | 85 | 8 | 20 | 65 | 8 | 98 | 4 | 23 | 310 |

Fig. 511—512.



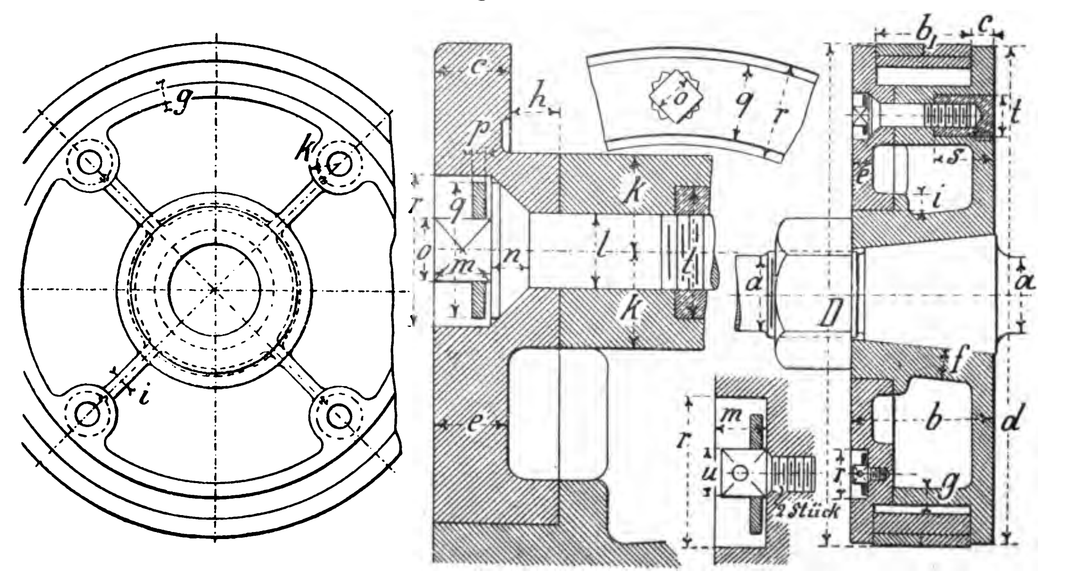

## **Dampfkolben,** Fig. 511—512,

von 150—400 Durchmesser ohne Deckelschrauben.

### Tabelle 43.

| $D$ | $d$ | $a$ | $b$ | $b_1$ | $c$ | $e$ | $f$ | $g$ | $h$ | $i$ | $k$ | $l$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **150** | 149,5 | 28 | 75 | 51 | 12 | 12 | 14 | 8 | 8 | 30 | 46 | 26 |
| **200** | 199,5 | 36 | 80 | 56 | 12 | 13 | 16 | 9 | 8 | 34 | 50 | 32 |
| **250** | 249,5 | 43 | 90 | 62 | 14 | 14 | 18 | 10 | 9 | 42 | 60 | 40 |
| **300** | 299,5 | 50 | 100 | 68 | 16 | 15 | 20 | 11 | 9 | 48 | 70 | 48 |
| **350** | 349 | 55 | 110 | 74 | 18 | 16 | 22 | 12 | 10 | 52 | 80 | 51 |
| **400** | 399 | 60 | 120 | 80 | 20 | 17 | 23 | 13 | 10 | 58 | 90 | 57 |

Fig. 513—517.



## Dampfkolben mit Deckelschrauben, Fig. 513—517,

für 350—1000 Cylinderdurchmesser.

### Tabelle 44.

| | | | | | | | | | | | | Deckelschrauben. | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *D* | *d* | *a* | *b* | $b_1$ | *c* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | Zahl | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* |
| **350** | 349 | 55 | 110 | 74 | 18 | 16 | 22 | 12 | 13 | 10 | 25 | 4 | 20 | 13 | 11 | 16 | 3 | 36 | 40 | 50 | 36 | 13 |
| **400** | 399 | 60 | 120 | 80 | 20 | 17 | 23 | 13 | 13 | 12 | 26 | 5 | 20 | 13 | 11 | 16 | 3 | 36 | 40 | 50 | 36 | 13 |
| **450** | 449 | 65 | 125 | 83 | 21 | 18 | 24 | 14 | 14 | 13 | 30 | 5 | 23 | 15 | 12 | 18 | 3 | 40 | 46 | 55 | 40 | 13 |
| **500** | 499 | 70 | 130 | 86 | 22 | 19 | 25 | 15 | 14 | 14 | 30 | 5 | 23 | 15 | 12 | 18 | 3 | 40 | 46 | 55 | 40 | 13 |
| **550** | 549 | 80 | 135 | 89 | 23 | 20 | 26 | 16 | 14 | 15 | 30 | 6 | 23 | 15 | 12 | 18 | 3 | 40 | 46 | 55 | 40 | 13 |
| **600** | 599 | 95 | 150 | 100 | 25 | 22 | 30 | 18 | 16 | 16 | 35 | 6 | 26 | 16 | 13 | 21 | 4 | 46 | 52 | 65 | 45 | 15 |
| **700** | 698 | 110 | 170 | 116 | 27 | 23 | 35 | 19 | 18 | 18 | 35 | 7 | 26 | 16 | 13 | 21 | 4 | 46 | 52 | 65 | 45 | 15 |
| **800** | 798 | 130 | 190 | 130 | 30 | 24 | 40 | 20 | 20 | 20 | 38 | 7 | 29 | 18 | 14 | 24 | 4 | 52 | 58 | 70 | 50 | 18 |
| **900** | 898 | 150 | 210 | 146 | 32 | 25 | 45 | 22 | 22 | 22 | 38 | 8 | 29 | 18 | 14 | 24 | 4 | 52 | 58 | 70 | 50 | 20 |
| **1000** | 998 | 170 | 220 | 150 | 35 | 26 | 50 | 24 | 24 | 24 | 42 | 8 | 32 | 20 | 16 | 26 | 5 | 56 | 64 | 74 | 54 | 20 |

Fig. 524.

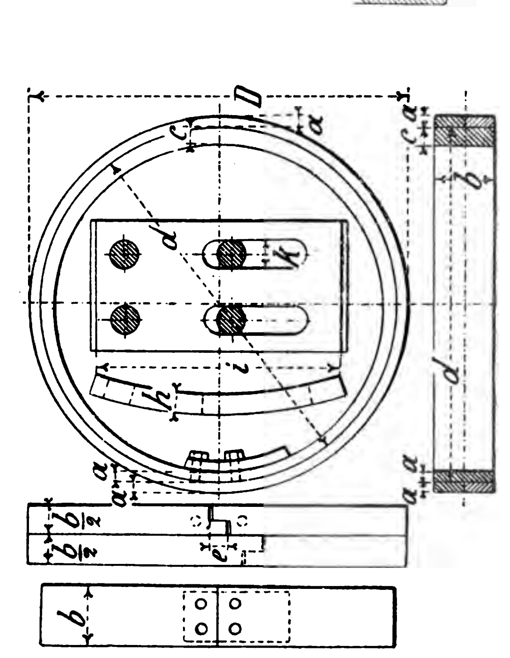


Fig. 518—523.

## Selbstspannende Kolbenringe. Fig. 518—523.

### Tabelle 45.

| | | | | Äusserer Federring | | | | | Innerer Federring | | | Spannschloss. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | wird vorgedreht auf | herausgeschnitten | überplattet | zusammengespannt gedreht auf | gebohrt auf | wird vorgedreht auf | herausgeschnitten | zusammengespannt gedreht auf | | | |
| $D$ | $b$ | $a$ | $c$ | $D_1$ | $f$ | $e$ | $D$ | $d$ | $d_1$ | $g$ | $d$ | $h$ | $i$ | $k$ |
| **100** | 45 | 8 | 13 | **106** | — | 10 | **100** | 84 | 85 | — | 84 | 5 | 50 | 8 |
| **150** | 50 | 9 | 14 | **157** | — | 12 | **150** | 132 | 134 | 2 | 132 | 6 | 60 | 8 |
| **200** | 56 | 10 | 15 | **208** | — | 16 | **200** | 180 | 182 | 3 | 180 | 6 | 70 | 8 |
| **250** | 62 | 11 | 16 | **260** | 4 | 16 | **250** | 228 | 231 | 4 | 228 | 8 | 80 | 10 |
| **300** | 68 | 12 | 18 | **311** | 8 | 16 | **300** | 276 | 280 | 5 | 276 | 8 | 90 | 10 |
| **350** | 74 | 13 | 20 | **362** | 10 | 18 | **350** | 324 | 329 | 7 | 324 | 10 | 100 | 10 |
| **400** | 80 | 14 | 21 | **414** | 12 | 20 | **400** | 372 | 378 | 10 | 372 | 10 | 110 | 13 |
| **450** | 83 | 15 | 22 | **465** | 15 | 21 | **450** | 420 | 428 | 14 | 420 | 12 | 120 | 13 |
| **500** | 86 | 16 | 23 | **517** | 17 | 22 | **500** | 468 | 477 | 16 | 468 | 12 | 130 | 13 |
| **550** | 89 | 17 | 24 | **568** | 20 | 23 | **550** | 516 | 526 | 19 | 516 | 12 | 140 | 13 |
| **600** | 100 | 18 | 26 | **619** | 23 | 25 | **600** | 564 | 576 | 24 | 564 | 13 | 150 | 16 |
| **700** | 116 | 20 | 29 | **722** | 28 | 27 | **700** | 660 | 674 | 32 | 660 | 13 | 160 | 16 |
| **800** | 130 | 21 | 31 | **825** | 30 | 32 | **800** | 758 | 774 | 35 | 758 | 14 | 170 | 16 |
| **900** | 146 | 22 | 33 | **925** | 33 | 37 | **900** | 856 | 874 | 41 | 856 | 15 | 180 | 16 |
| **1000** | 150 | 23 | 36 | **1030** | 40 | 38 | **1000** | 954 | 974 | 47 | 954 | 16 | 190 | 16 |

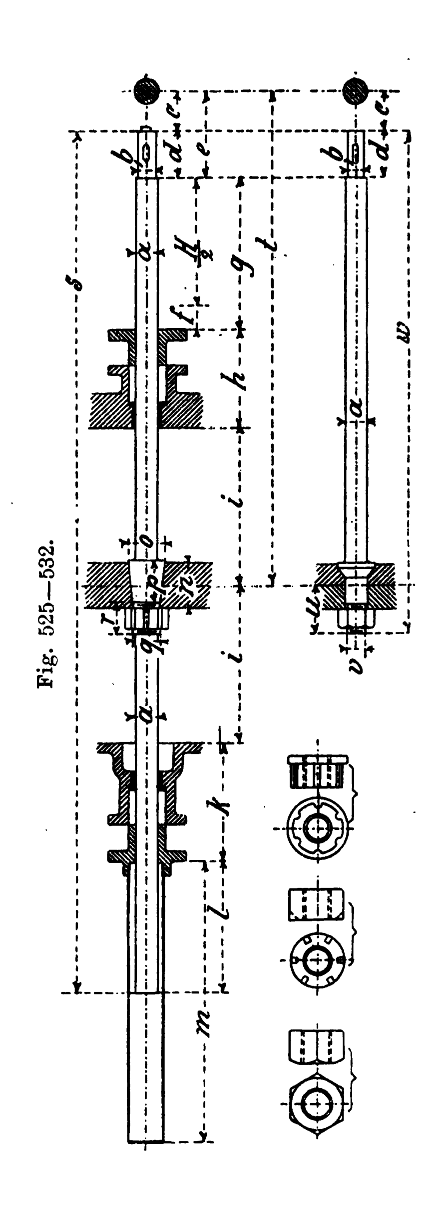
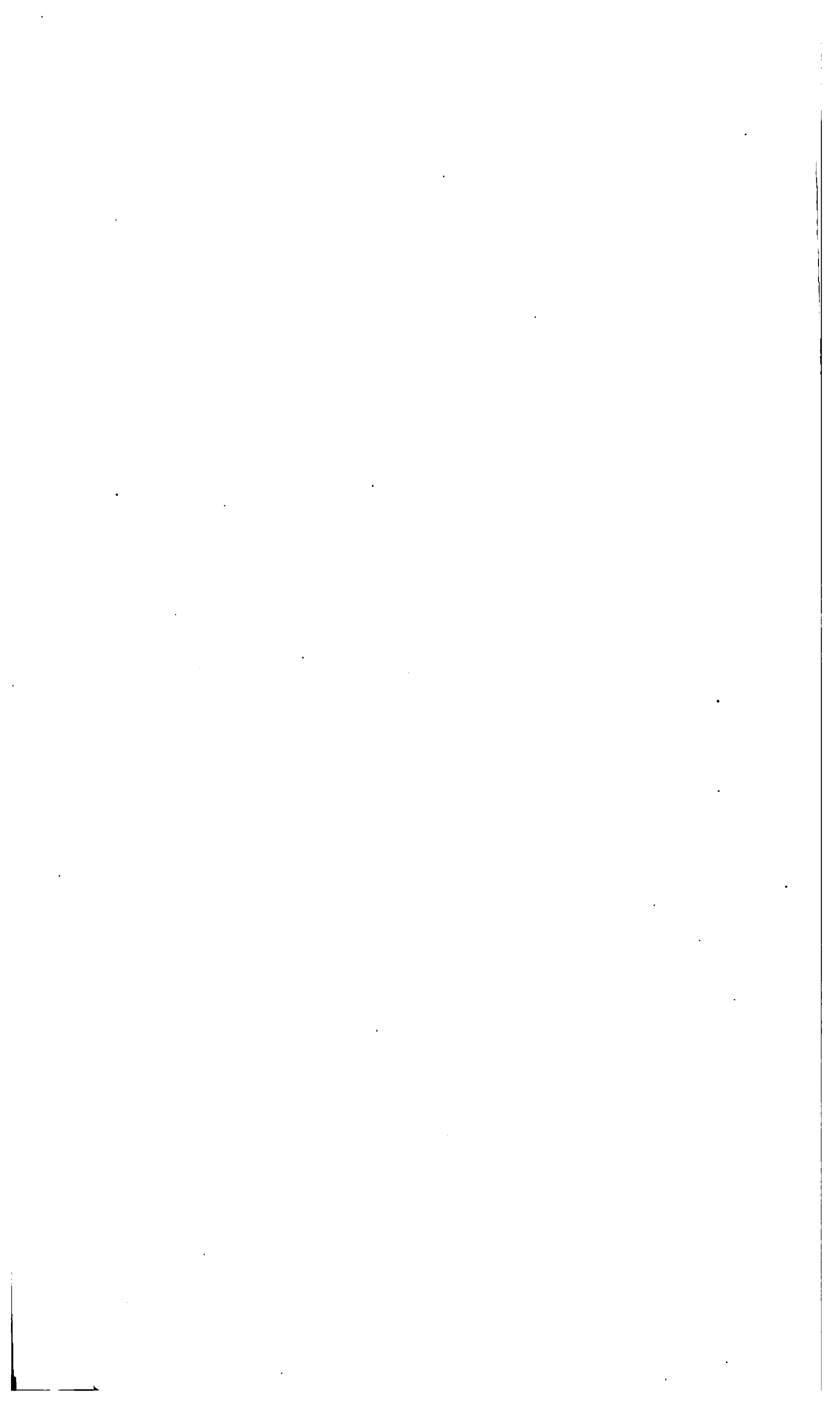



Fig. 525—532.

## **Kolbenstange.** Fig. 525—532.

### Tabelle 46.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* | *v* | *w* |
| **200** | **150** | 28 | 26 | 57 | 63 | 120 | 22 | 122 | 148 | 140 | — | — | — | 75 | — | 70 | — | — | — | 530 | 70 | 28 | 540 |
| **300** | **200** | 36 | 34 | 64 | 86 | 150 | 19 | 169 | 176 | 195 | — | — | — | 80 | — | 75 | — | — | — | 690 | 80 | 35 | 706 |
| **400** | **250** | 43 | 40 | 73 | 97 | 170 | 31 | 231 | 199 | 250 | — | — | — | 90 | — | 85 | — | — | — | 850 | 93 | 44 | 870 |
| **500** | **300** | 50 | 48 | 85 | 115 | 200 | 34 | 284 | 221 | 305 | 271 | 250 | 540 | 100 | 82 | 95 | 58 | 60 | 1751 | 1010 | — | — | — |
| **600** | **350** | 55 | 53 | 97 | 123 | 220 | 34 | 334 | 236 | 360 | 291 | 300 | 650 | 110 | 87 | 100 | 63 | 63 | 2004 | 1150 | — | — | — |
| **700** | **400** | 60 | 58 | 105 | 140 | 245 | 38 | 388 | 251 | 416 | 311 | 350 | 760 | 120 | 94 | 110 | 69 | 70 | 2272 | 1300 | — | — | — |
| **800** | **450** | 65 | 62 | 115 | 150 | 265 | 40 | 440 | 266 | 469 | 326 | 400 | 870 | 125 | 100 | 115 | 74 | 75 | 2520 | 1440 | — | — | — |
| **900** | **500** | 70 | 68 | 124 | 161 | 285 | 42 | 492 | 281 | 522 | 346 | 450 | 980 | 130 | 110 | 120 | 80 | 80 | 2774 | 1580 | — | — | — |
| **1000** | **550** | 80 | 78 | 136 | 184 | 320 | 45 | 545 | 310 | 575 | 380 | 485 | 1080 | 135 | 120 | 125 | 90 | 88 | 3054 | 1750 | — | — | — |



# Schiebersteuerung

## Ae und oC.

---

### Einfache Schiebersteuerung Ae.



### Expansionsschiebersteuerung oC.



Vor Anwendung der Steuerungsnormalien beachte man Abschnitt VI, „Steuerungen“, und Abschnitt VIII, „Masseneinwirkung.

Fig. 533—536.

## Schieberdiagramm.

Es ist in der Kurbelstellung:

$OB$ Beg. d. Dampfeintritts,
$OT$ Dampfeintritt geschl.,
$OA$ Beg. d. Dampfaustritts,
$OC$ Dampfaustritt geschl.

## Druckdiagramm I u. II.

$q_I$ ist die auf die Kolbenfläche reducierte Fliehkraft der hin- und hergehenden Massen im toten Punkt (unendlich lange Treibstange.)

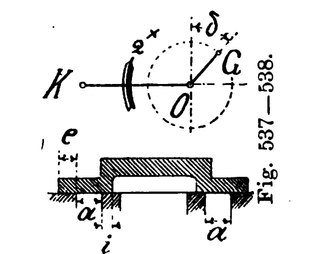



Fig. 537—538.

## Diagramm der einfachen Schiebersteuerung Ae. Fig. 533—538.

### Tabelle 47.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub | $H$ | **200** | **300** | **400** | **500** | **600** |
| Cylinderdurchmesser | $D$ | **150** | **200** | **250** | **300** | **350** |
| Umdrehungen pr. Minute | $n$ | 200 | 150 | 120 | 106 | 95 |
| Kanalweite im Schieberspiegel | $a$ | 9 | 12 | 16 | 20 | 25 |
| Nötige Kanalweite für Dampfeintritt | $a_I$ | 8 | 10 | 13 | 17 | 21 |
| Äussere Deckung | $e$ | 11 | 15 | 20 | 25 | 31 |
| Innere Deckung | $i$ | 4 | 6 | 7 | 9 | 11 |
| Excentrizität | $r$ | 20 | 27 | 36 | 45 | 56 |
| Äusseres lineares Voreilen | $v$ | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Inneres " " | $v_I$ | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 |
| Cylinderfüllung | $h$ | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Verfrühter Dampfaustritt | $f$ | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 |
| Compression | $o$ | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Voreilwinkel in Grad | $\delta$ | 42 | 41 | 43 | 41 | 41 |

Aus Druckdiagramm I ist ersichtlich, dass bei 7 Atm. abs. und voller Arbeit der Maschine der Druckwechsel im Gestänge genau im toten Punkte stattfindet, dagegen zeigt das Druckdiagramm II, wie bei 4 Atm. abs. Eintrittsspannung der Druckwechsel bereits in der Kurbelstellung $OR$, um den $\sphericalangle\,\beta$ vor dem toten Punkte erfolgt.

Fig. 539—542.

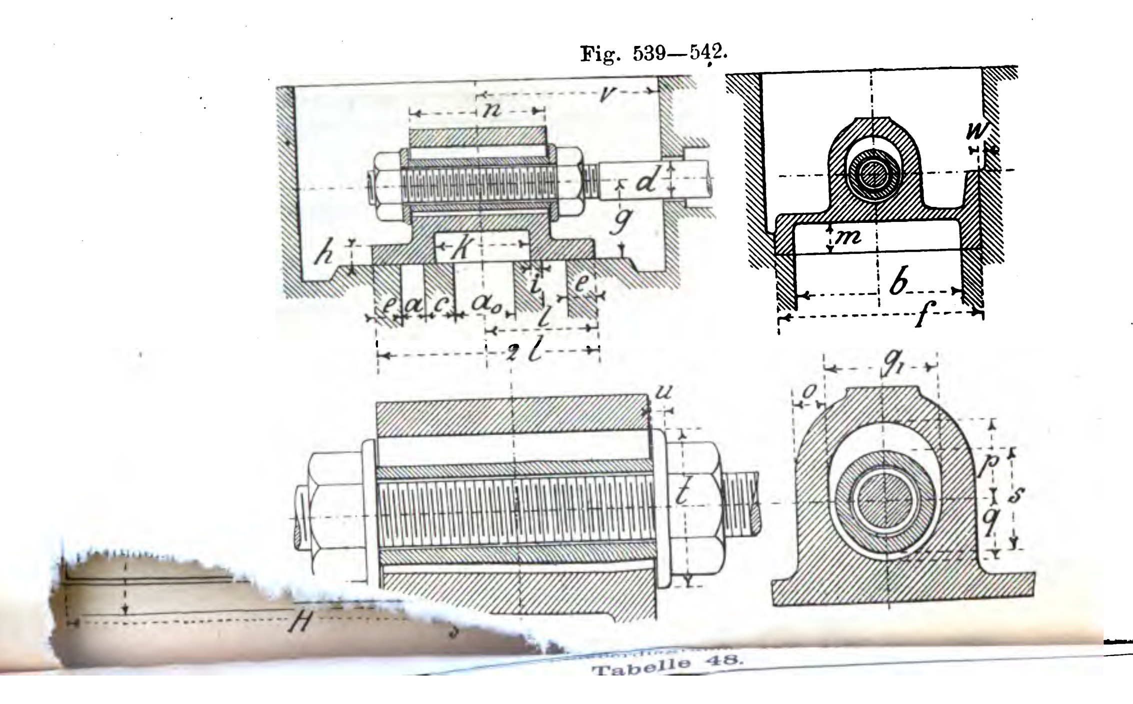



Tabelle 48.

## Tabelle 48.

Kolbenhub . .

Cylinder . .

| H | D | $a_0$ | a | b | c | d | e | f | g | h | i | k | l | m | n | o | p | q | $q_1$ | s | t | u | v | w | Exc. r |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **200** | **150** | 20 | 9 | 80 | 14 | 22 | 11 | 105 | 40 | 10 | 4 | 40 | 44 | 14 | 60 | 10 | 24 | 20 | 35 | 30 | 40 | 4 | 75 | 5 | 20 |
| **300** | **200** | 28 | 12 | 110 | 16 | 26 | 15 | 135 | 50 | 12 | 6 | 48 | 57 | 16 | 70 | 12 | 26 | 20 | 38 | 33 | 50 | 5 | 95 | 5 | 27 |
| **400** | **250** | 40 | 16 | 140 | 18 | 28 | 20 | 170 | 55 | 15 | 7 | 62 | 74 | 20 | 90 | 14 | 28 | 22 | 48 | 42 | 60 | 5 | 115 | 5 | 36 |
| **500** | **300** | 54 | 20 | 170 | 20 | 30 | 25 | 210 | 60 | 18 | 9 | 76 | 92 | 24 | 105 | 16 | 30 | 26 | 48 | 42 | 65 | 6 | 150 | 7,5 | 45 |
| **600** | **350** | 68 | 25 | 210 | 22 | 32 | 31 | 250 | 65 | 20 | 11 | 90 | 112 | 30 | 125 | 18 | 30 | 26 | 48 | 42 | 70 | 6 | 180 | 7,5 | 56 |

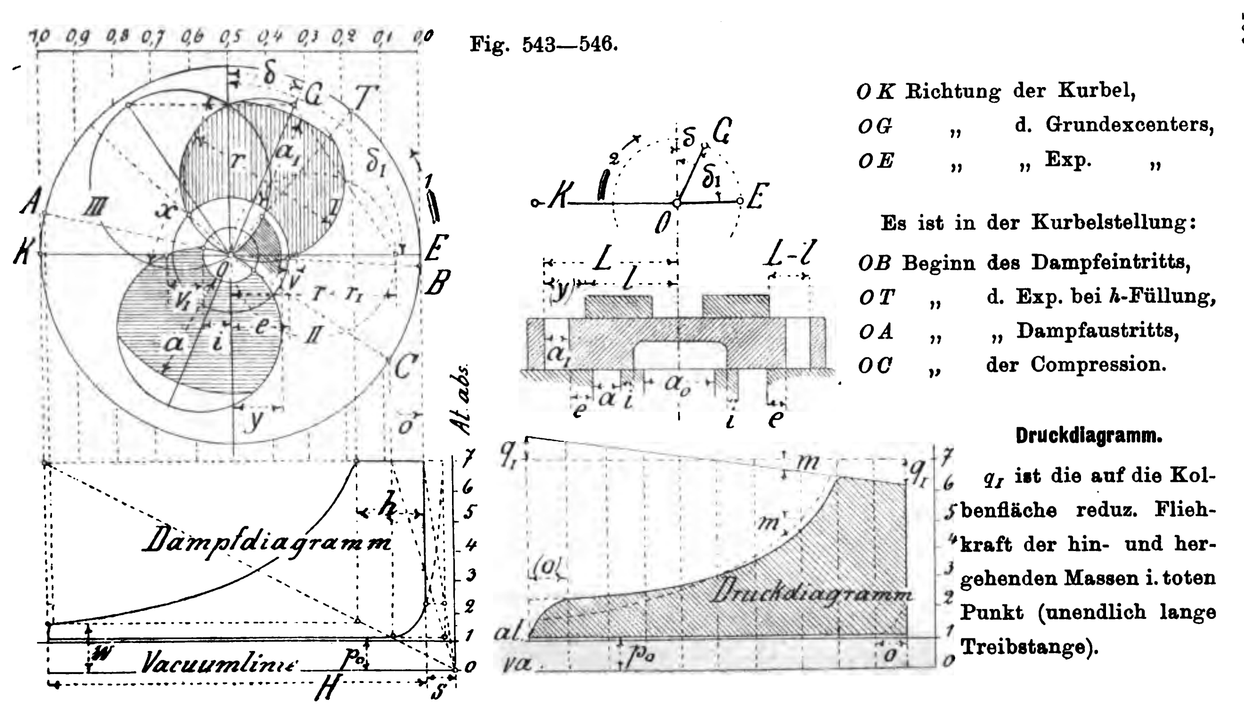



Fig. 543—546.

$OK$ Richtung der Kurbel,
$OG$ „ d. Grundexcenters,
$OE$ „ „ Exp. „

Es ist in der Kurbelstellung:

$OB$ Beginn des Dampfeintritts,
$OT$ „ d. Exp. bei $h$-Füllung,
$OA$ „ „ Dampfaustritts,
$OC$ „ der Compression.

**Druckdiagramm.**

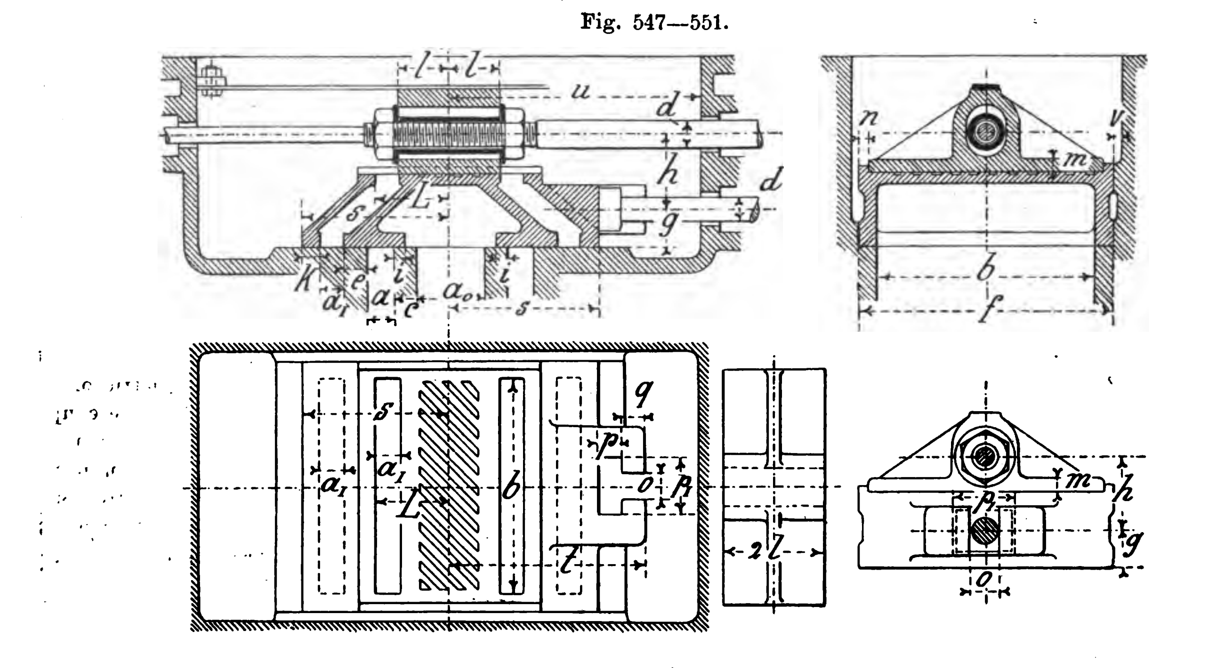
$q_I$ ist die auf die Kolbenfläche reduz. Fliehkraft der hin- und hergehenden Massen i. toten Punkt (unendlich lange Treibstange).

# Diagramm der Expansionsschiebersteuerung oC. Fig. 543—546.

## Tabelle 49.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub | $H$ | **300** | **400** | **500** | **600** | **700** | **800** | **900** | **1000** |
| Cylinderdurchmesser | $D$ | **200** | **250** | **300** | **350** | **400** | **450** | **500** | **550** |
| Umdrehungen pr. Minute | $n$ | 150 | 120 | 106 | 95 | 85 | 77 | 70 | 65 |
| Kanalweite im Schieberspiegel | $a$ | 12 | 16 | 20 | 25 | 29 | 33 | 37 | 42 |
| Durchlasskanal im Grundschieber | $a_I$ | 10 | 13 | 17 | 21 | 25 | 30 | 34 | 39 |
| Äussere Deckung | $e$ | 6 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 |
| Innere „ | $i$ | 3 | 4 | 5 | 6 | 6,5 | 7 | 8 | 9 |
| Excentricität beider Schieber | $r = r_I$ | 18 | 25 | 31 | 38 | 44 | 50 | 57 | 63 |
| Äusseres lineares Voreilen | $v$ | 2 | 2 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Inneres „ „ | $v_I$ | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 | 18 |
| Voreilwinkel d. Grundschiebers in Grad | $\delta$ | 26 | 26 | 25 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 |
| „ „ Expansionsschiebers | $\delta_I$ | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Grösste Entf. beider Schieber unter sich | $x$ | 19 | 27 | 34 | 41 | 47 | 54 | 61 | 67 |
| Die veränderliche Entfernung $L—l$ der arbeitenden Kanten, im Schieberdiagramm mit $y$ bezeichnet für 0,76 Füllung | $y$ | 19 | 27 | 34 | 41 | 47 | 54 | 61 | 67 |
| 0,60 „ | $y$ | 17 | 25 | 31 | 38 | 44 | 50 | 57 | 62 |
| 0,50 „ | $y$ | 16 | 23 | 28 | 35 | 40 | 45 | 51 | 56 |
| 0,40 „ | $y$ | 13 | 19 | 24 | 30 | 34 | 39 | 44 | 49 |
| 0,30 „ | $y$ | 10 | 15 | 18 | 22 | 26 | 30 | 34 | 38 |
| 0,20 „ | $y$ | 6 | 9 | 12 | 14 | 16 | 19 | 19 | 24 |
| 0,10 „ | $y$ | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 0,00 „ | $y$ | —10 | —13 | —16 | —21 | —24 | —28 | —32 | —34 |

Fig. 547—551.



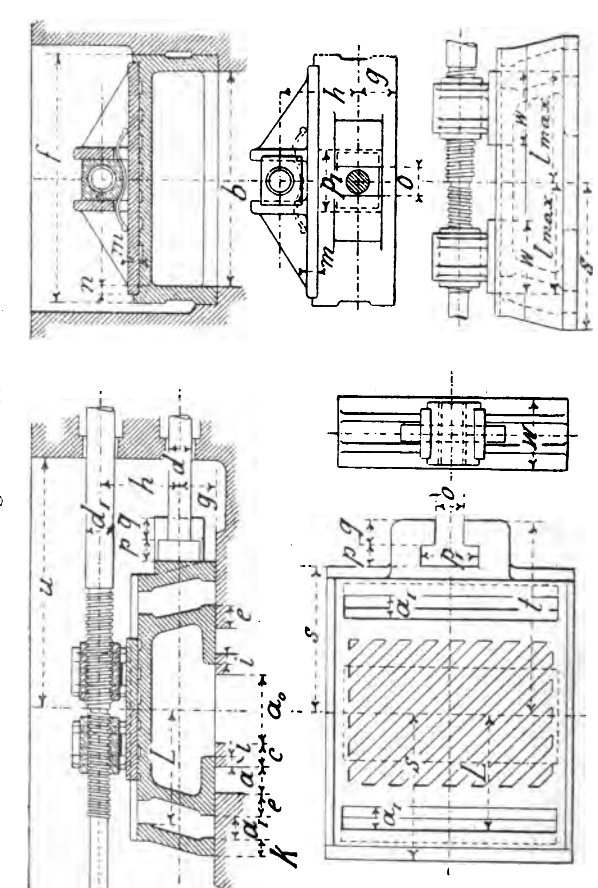
## Doppelschiebersteuerung o C, fixe Expansion. Fig. 547—551.

(Hierzu Schieberdiagramm, Tab. 49.)

### Tabelle 50.

| Maschine | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $D$ | $a_0$ | $a$ | $a_I$ | $b$ | $c$ | $d$ | $e$ | $f$ | $g$ | $h$ | $i$ | $k$ | $m$ | $n$ | $o$ | $p$ | $p_I$ | $q$ | $s$ | $t$ | $u$ | $v$ | Exc. $r=r_I$ |
| **300** | **200** | 20 | 12 | 10 | 110 | 16 | 26 | 7 | 135 | 26 | 75 | 3 | 14 | 12 | 7 | 28 | 16 | 55 | 20 | 69 | 105 | 135 | 5 | 19 |
| **400** | **250** | 30 | 16 | 13 | 140 | 18 | 28 | 9 | 170 | 30 | 80 | 4 | 15 | 13 | 8 | 30 | 18 | 60 | 22 | 86 | 126 | 160 | 5 | 25 |
| **500** | **300** | 40 | 20 | 17 | 170 | 20 | 30 | 11 | 210 | 35 | 85 | 5 | 16 | 15 | 9 | 33 | 20 | 65 | 24 | 104 | 148 | 190 | 7,5 | 31 |
| **600** | **350** | 50 | 25 | 21 | 210 | 22 | 32 | 13 | 250 | 40 | 90 | 6 | 17 | 16 | 10 | 36 | 22 | 70 | 26 | 123 | 171 | 220 | 7,5 | 38 |
| **700** | **400** | 60 | 29 | 25 | 250 | 24 | 36 | 15 | 290 | 45 | 95 | 6,5 | 18 | 17 | 10 | 40 | 24 | 75 | 28 | 141 | 193 | 252 | 7,5 | 44 |
| **800** | **450** | 70 | 33 | 30 | 290 | 27 | 38 | 17 | 335 | 45 | 100 | 7 | 20 | 18 | 11 | 42 | 26 | 80 | 30 | 162 | 218 | 285 | 10 | 50 |
| **900** | **500** | 80 | 37 | 34 | 330 | 30 | 40 | 19 | 380 | 50 | 105 | 8 | 22 | 19 | 12 | 48 | 28 | 85 | 34 | 182 | 244 | 325 | 10 | 57 |
| **1000** | **550** | 88 | 42 | 39 | 370 | 32 | 42 | 21 | 420 | 55 | 110 | 9 | 24 | 20 | 13 | 50 | 30 | 90 | 38 | 202 | 270 | 360 | 10 | 63 |

Fig. 552—557.



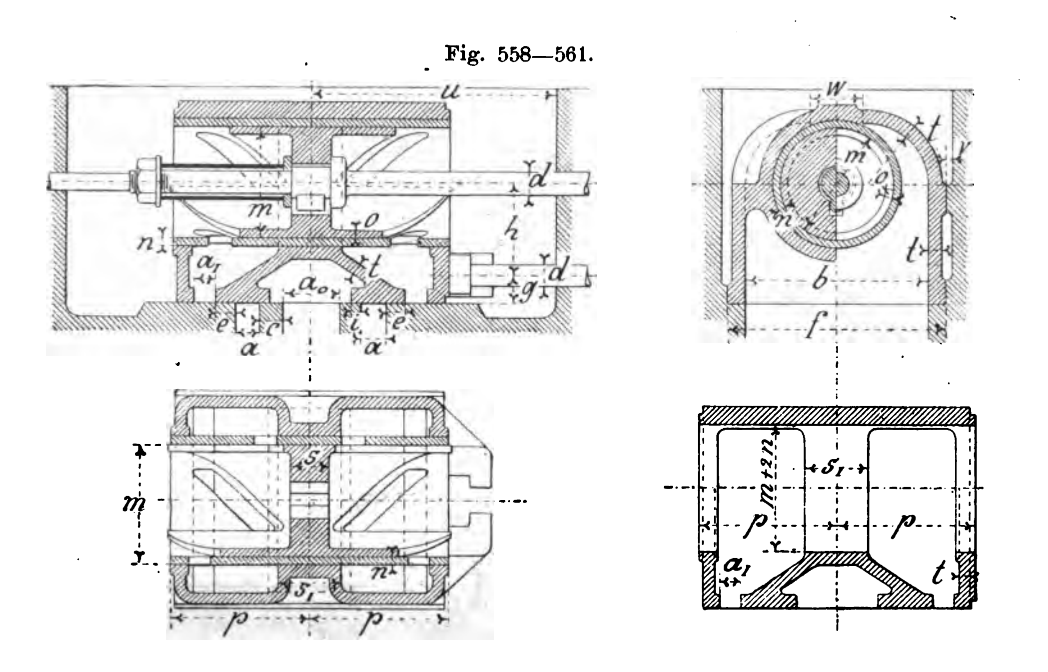
## Meyer'sche Steuerung o C, veränderliche Expansion. Fig. 552—557.

(Hierzu Schieberdiagramm, Tab. 49.)

### Tabelle 51.

| Maschine | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $D$ | $a_0$ | $a$ | $a_I$ | $b$ | $c$ | $d$ | $d_I$ | $e$ | $f$ | $g$ | $h$ | $i$ | $k$ | $m$ | $n$ | $o$ | $p$ | $p_I$ | $q$ | $s$ | $t$ | $u$ | $v$ | Exc. $r=r_I$ |
| **300** | **200** | 20 | 12 | 10 | 110 | 16 | 26 | 30 | 7 | 135 | 26 | 75 | 3 | 14 | 12 | 7 | 28 | 16 | 55 | 20 | 69 | 105 | 135 | 5 | 19 |
| **400** | **250** | 30 | 16 | 13 | 140 | 18 | 28 | 33 | 9 | 170 | 30 | 80 | 4 | 15 | 13 | 8 | 30 | 18 | 60 | 22 | 86 | 126 | 160 | 5 | 25 |
| **500** | **300** | 40 | 20 | 17 | 170 | 20 | 30 | 36 | 11 | 210 | 35 | 85 | 5 | 16 | 15 | 9 | 33 | 20 | 65 | 24 | 104 | 148 | 190 | 7,5 | 31 |
| **600** | **350** | 50 | 25 | 21 | 210 | 22 | 32 | 39 | 13 | 250 | 40 | 90 | 6 | 17 | 16 | 10 | 36 | 22 | 70 | 26 | 123 | 171 | 220 | 7,5 | 38 |
| **700** | **400** | 60 | 29 | 25 | 250 | 24 | 36 | 42 | 15 | 290 | 45 | 98 | 6,5 | 18 | 17 | 10 | 40 | 24 | 75 | 28 | 141 | 193 | 252 | 7,5 | 44 |
| **800** | **450** | 70 | 33 | 30 | 290 | 27 | 38 | 48 | 17 | 335 | 45 | 105 | 7 | 20 | 18 | 11 | 42 | 26 | 80 | 30 | 162 | 218 | 285 | 10 | 50 |
| **900** | **500** | 80 | 37 | 34 | 330 | 30 | 40 | 50 | 19 | 380 | 50 | 110 | 8 | 22 | 20 | 12 | 48 | 28 | 85 | 34 | 182 | 244 | 325 | 10 | 57 |
| **1000** | **550** | 88 | 42 | 39 | 370 | 32 | 42 | 52 | 21 | 420 | 55 | 115 | 9 | 24 | 22 | 13 | 50 | 30 | 90 | 38 | 202 | 270 | 360 | 10 | 63 |

Fig. 558—561.



## Rider-Büchsenschieber o C. Fig. 558—561.

(Hierzu Schieberdiagramm Tab. 49.)

### Tabelle 52.

| Maschine | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $D$ | $a_0$ | $a$ | $a_I$ | $b$ | $c$ | $d$ | $e$ | $f$ | $g$ | $h$ | $i$ | $m$ | $n$ | $o$ | $p$ | $q$ | $s$ | $s_I$ | $t$ | $u$ | $v$ | $w$ | Exc. $r=r_I$ |
| **400** | **250** | 30 | 16 | 13 | 140 | 18 | 28 | 9 | 170 | 30 | 80 | 4 | 80 | 8 | 8 | 105 | 141 | 40 | 60 | 12 | 175 | 5 | 40 | 25 |
| **500** | **300** | 40 | 20 | 17 | 170 | 20 | 30 | 11 | 210 | 35 | 90 | 5 | 100 | 10 | 10 | 125 | 169 | 42 | 65 | 13 | 210 | 7,5 | 45 | 31 |
| **600** | **350** | 50 | 25 | 21 | 210 | 22 | 32 | 13 | 250 | 40 | 110 | 6 | 120 | 12 | 12 | 150 | 198 | 45 | 70 | 14 | 250 | 7,5 | 50 | 38 |
| **700** | **400** | 60 | 29 | 25 | 250 | 24 | 36 | 15 | 290 | 45 | 125 | 6,5 | 140 | 12 | 12 | 175 | 227 | 48 | 75 | 15 | 280 | 7,5 | 55 | 44 |
| **800** | **450** | 70 | 33 | 30 | 290 | 27 | 38 | 17 | 335 | 45 | 145 | 7 | 165 | 13 | 13 | 200 | 256 | 51 | 80 | 16 | 320 | 10 | 60 | 50 |
| **900** | **500** | 80 | 37 | 34 | 330 | 30 | 40 | 19 | 380 | 50 | 160 | 8 | 185 | 14 | 14 | 220 | 282 | 54 | 85 | 18 | 350 | 10 | 65 | 57 |
| **1000** | **550** | 88 | 42 | 39 | 370 | 32 | 42 | 21 | 420 | 55 | 180 | 9 | 210 | 15 | 15 | 245 | 313 | 57 | 90 | 20 | 390 | 10 | 70 | 63 |

Fig. 562—563.

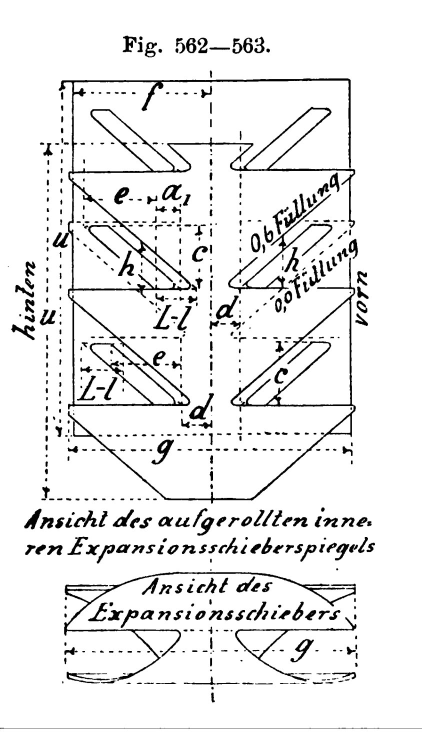
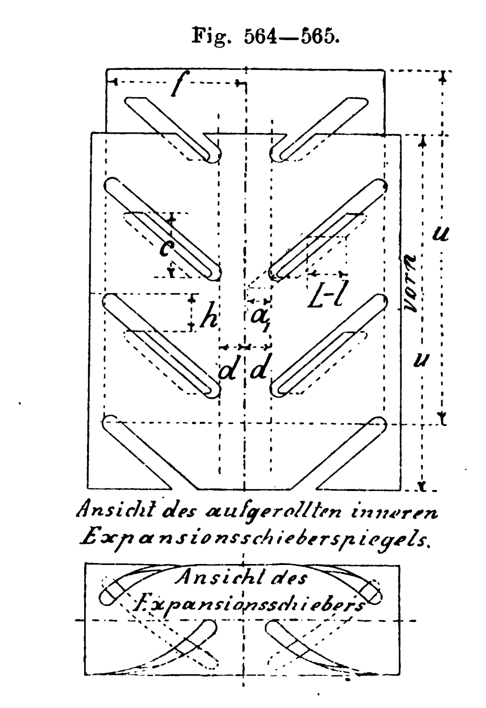



Fig. 564—565.



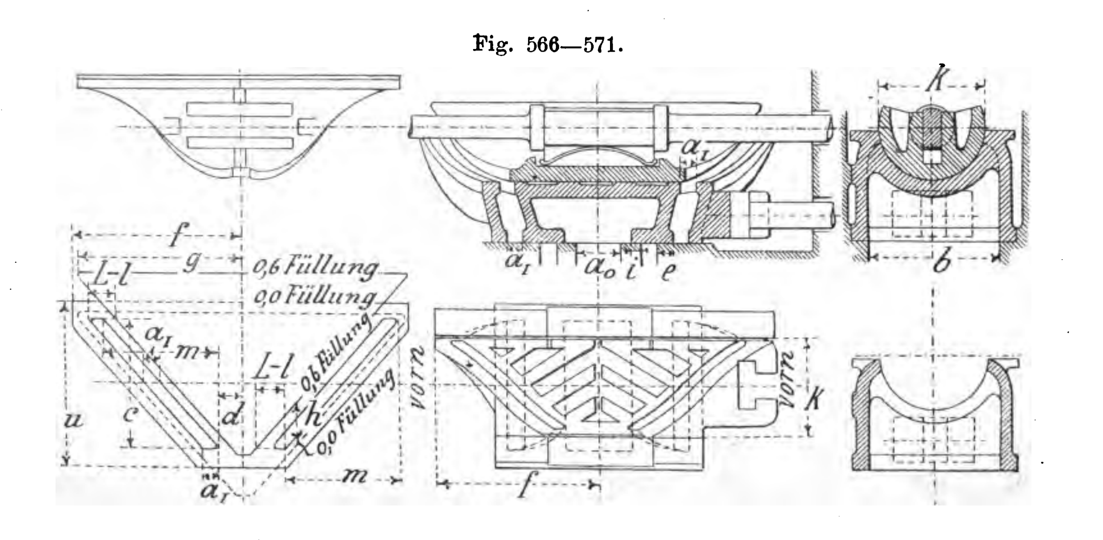
## **Expansionsschieberspiegel,** Fig. 562—565,

(zum Riderbüchsenschieber o C, Tab. 52.)

### Tabelle 53.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub | $H$ | **400** | **500** | **600** | **700** | **800** | **900** | **1000** |
| Cylinderdurchmesser | $D$ | **250** | **300** | **350** | **400** | **450** | **500** | **550** |
| Durchmesser des Expansionsschiebers | $m$ | 80 | 100 | 120 | 140 | 165 | 185 | 210 |
| Umfang „ „ | $u$ | 251 | 314 | 377 | 440 | 518 | 581 | 660 |
| $L—l$ für 0,0 Füllung | | —13 | —16 | —21 | —24 | —28 | —32 | —34 |
| $L—l$ „ 0,6 „ | | 25 | 31 | 38 | 44 | 50 | 56 | 62 |
| Weite des Durchlasskanales | $a_I$ | 13 | 17 | 21 | 25 | 30 | 34 | 39 |
| Kanalbreite | $b$ | 140 | 170 | 210 | 250 | 290 | 330 | 370 |
| Kanalhöhe | $c$ | 45 | 58 | 70 | 85 | 100 | 110 | 125 |
| Dimension | $d$ | 27 | 29 | 33 | 35 | 39 | 41 | 44 |
| Dimension | $e$ | 50 | 67 | 80 | 99 | 115 | 127 | 143 |
| Halbe Büchsenlänge | $f$ | 105 | 125 | 150 | 175 | 200 | 220 | 245 |
| Länge des Expansionsschiebers | $g$ | 215 | 260 | 310 | 360 | 410 | 460 | 510 |
| Ausschlagwinkel d. Expansionsschieb. in Grad | $\beta$ | 47 | 47 | 50 | 48 | 47 | 48 | 46 |
| Drehung d. Expansionsschiebers am Umfang | $h$ | 33 | 41 | 52 | 58 | 68 | 77 | 84 |
| Füllungsgrad bei Mittelstellung des Regul. | | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 |

Fig. 566—571.



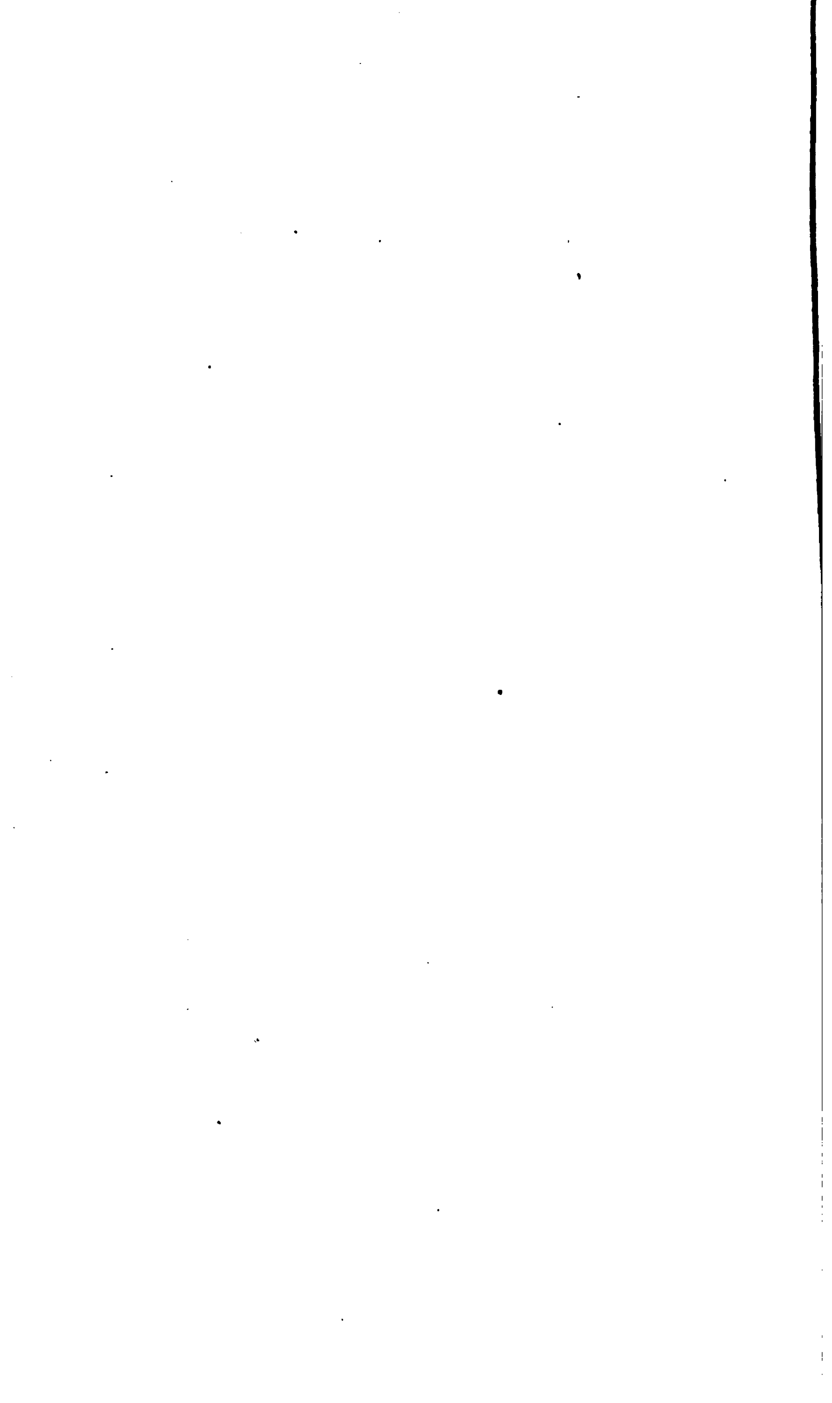
## **Offener Riderschieber.** Fig. 566—571.

(Hierzu Schieberdiagramm, Tab. 49.)

### Tabelle 54.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub | $H$ | **300** | **400** | **500** | **600** | **700** |
| Cylinderdurchmesser | $D$ | **200** | **250** | **300** | **350** | **400** |
| Durchmesser des Expansionsschiebers | $k$ | 70 | 90 | 115 | 140 | 165 |
| Halber Umfang | $u$ | 110 | 141 | 180 | 220 | 254 |
| Weite des Durchlasskanales | $a_I$ | 12 | 13 | 17 | 21 | 25 |
| $L$—$l$ für 0,0 Füllung | | —10 | —13 | —16 | —21 | —24 |
| $L$—$l$ „ 0,6 „ | | 17 | 25 | 31 | 38 | 44 |
| Kanalhöhe $c$ = ca. 0,8 der Kanalbreite $b$ | $c$ | 90 | 110 | 140 | 170 | 210 |
| Dimension | $d$ | 18 | 22 | 28 | 34 | 40 |
| Dimension | $m$ | 78 | 99 | 126 | 153 | 189 |
| Halbe Länge des Grundschiebers | $f$ | 115 | 145 | 180 | 230 | 275 |
| „ „ „ Expansionsschiebers | $g$ | 110 | 140 | 170 | 220 | 265 |
| Drehung des Expansionsschiebers am Umfang | $h$ | 31 | 42 | 52 | 65 | 75 |
| Ausschlagwinkel des Expansionsschiebers in Grad | $\beta$ | 51 | 53 | 52 | 53 | 52 |
| Füllungsgrad bei Mittelstellung des Regulators | | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 |

Will man mit dem offenen Riderschieber einen ebenso günstigen Dampfabschluss erreichen, als mit der Meyer'schen Steuerung, so ist die Kanalhöhe $c$ = der Kanalbreite $b$ zu nehmen. Zur Umgehung der daraus resultierenden grossen Schieberdimensionen begnügt man sich häufig mit der Kanalhöhe $c = 0{,}8\ b$ und nimmt dadurch eine stärkere Drosselung des Eintrittsdampfes am Ende der Expansionsperiode in Kauf.



# Schiebersteuerung

m C.

---



Vor Benutzung der Steuerungsnormalien beachte man Abschnitt VI, „Steuerung", und Abschnitt VIII, „Masseneinwirkung".

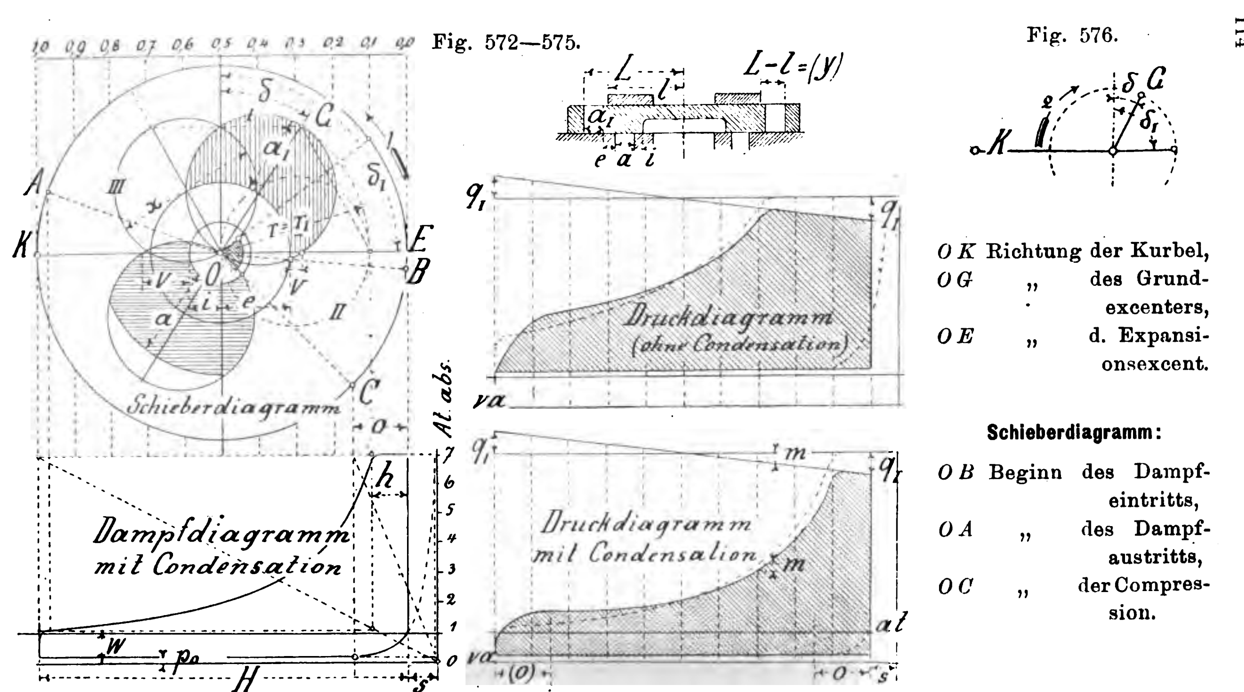



Fig. 572—575.

Fig. 576.

$OK$ Richtung der Kurbel,
$OG$ " des Grundexcenters,
$OE$ " d. Expansionsexcent.

**Schieberdiagramm:**

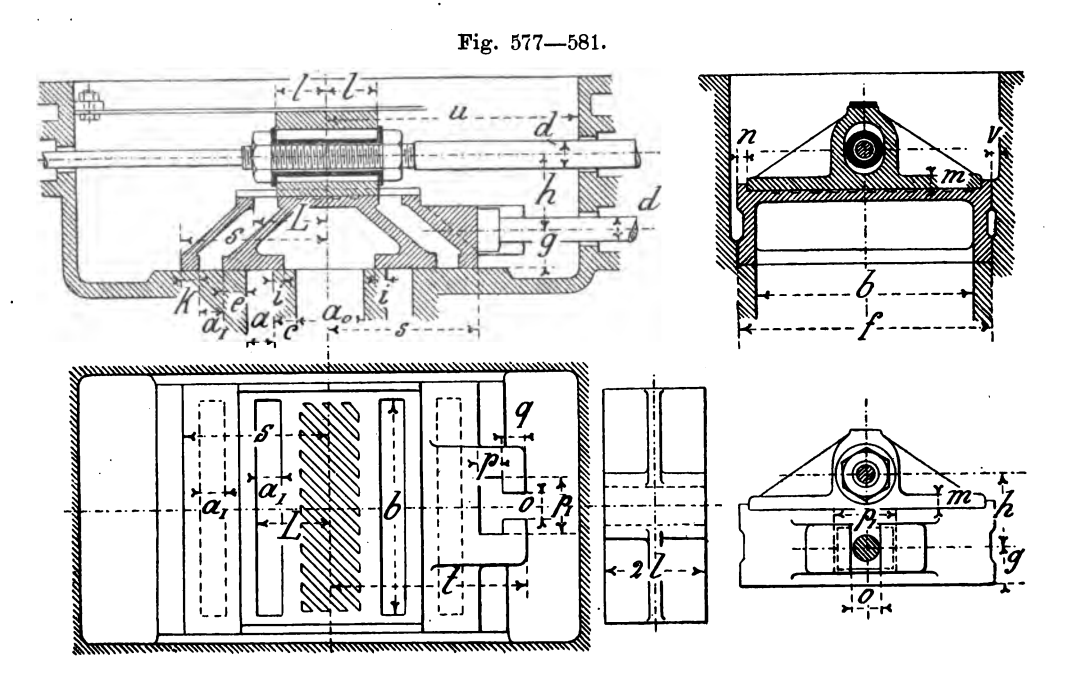
$OB$ Beginn des Dampfeintritts,
$OA$ " des Dampfaustritts,
$OC$ " der Compression.

## Diagramm der Expansionsschiebersteuerung m C. Fig. 572—576.

### Tabelle 55.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub | $H$ | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
| Cylinderdurchmesser | $D$ | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 |
| Umdrehungen pr. Minute | $n$ | 150 | 120 | 106 | 95 | 85 | 77 | 70 | 65 |
| Kanalweite im Schieberspiegel | $a$ | 12 | 16 | 20 | 25 | 29 | 33 | 38 | 42 |
| Durchlasskanal im Grundschieber | $a_I$ | 10 | 13 | 17 | 21 | 25 | 30 | 34 | 39 |
| Äussere Deckung | $e$ | 10 | 12 | 16 | 19 | 23 | 27 | 30 | 33 |
| Innere „ | $i$ | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 13 | 14 | 15 |
| Excentrizität beider Schieber | $r=r_I$ | 20 | 25 | 33 | 40 | 48 | 57 | 64 | 72 |
| Äusseres lineares Voreilen | $v$ | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Inneres „ „ | $v_I$ | 6 | 8 | 11 | 14 | 16 | 18 | 21 | 24 |
| Voreilwinkel d. Grundschiebers in Grad | $\delta$ | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| „ „ Expans. „ „ „ | $\delta_I$ | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Grösste Entf. beider Schieber unter sich | $x$ | 19 | 24 | 31 | 38 | 46 | 56 | 61 | 69 |
| Die veränderliche Entfernung $L-l$ der arbeitenden Schieberkanten, mit $y$ bezeichnet für 0,73 Füllung | $y$ | 19 | 24 | 31 | 38 | 46 | 56 | 61 | 69 |
| 0,60 „ | $y$ | 18 | 23 | 30 | 36 | 43 | 53 | 58 | 66 |
| 0,50 „ | $y$ | 16 | 21 | 27 | 33 | 39 | 49 | 53 | 60 |
| 0,40 „ | $y$ | 14 | 18 | 24 | 30 | 34 | 43 | 46 | 53 |
| 0,30 „ | $y$ | 12 | 15 | 19 | 23 | 27 | 35 | 38 | 42 |
| 0,20 „ | $y$ | 8 | 10 | 13 | 16 | 18 | 22 | 26 | 29 |
| 0,10 „ | $y$ | 3 | 3 | 4 | 5 | 8 | 9 | 10 | 10 |
| 0,00 „ | $y$ | —9 | —11 | —13 | —18 | —21 | —25 | —28 | —32 |

Fig. 577—581.



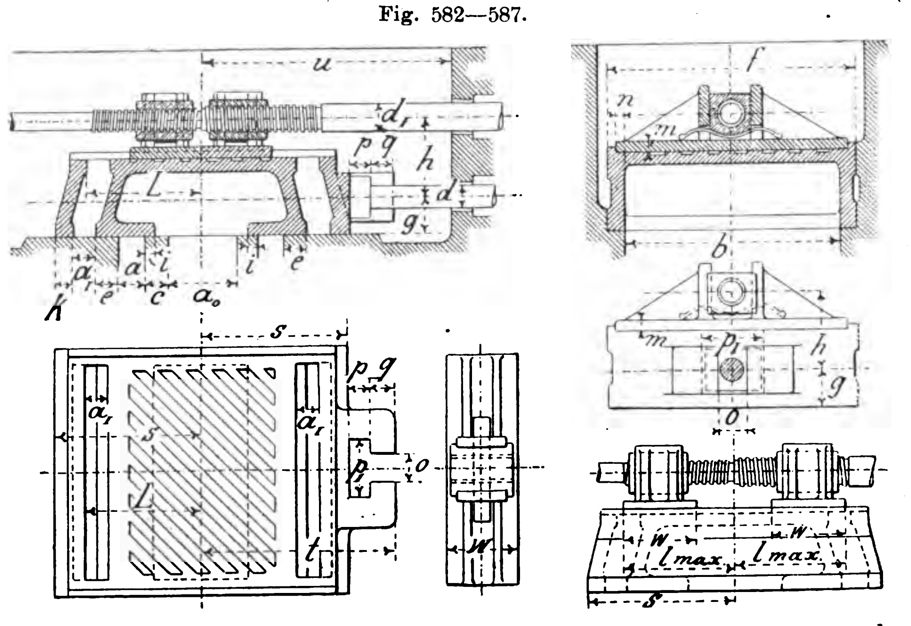
## Doppelschiebersteuerung m C, fixe Expansion. Fig. 577—581.

(Hierzu Schieberdiagramm, Tab. 55.)

### Tabelle 56.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $D$ | $a_0$ | $a$ | $a_I$ | $b$ | $c$ | $d$ | $e$ | $f$ | $g$ | $h$ | $i$ | $k$ | $m$ | $n$ | $o$ | $p$ | $p_I$ | $q$ | $s$ | $t$ | $u$ | $v$ | Exc. $r=r_I$ |
| **300** | **200** | 26 | 12 | 10 | 110 | 16 | 26 | 10 | 135 | 26 | 75 | 5 | 14 | 12 | 7 | 28 | 16 | 55 | 20 | 75 | 111 | 140 | 5 | 20 |
| **400** | **250** | 36 | 16 | 13 | 140 | 18 | 28 | 12 | 170 | 30 | 80 | 6 | 15 | 13 | 8 | 30 | 18 | 60 | 22 | 92 | 132 | 165 | 5 | 25 |
| **500** | **300** | 48 | 20 | 17 | 170 | 20 | 30 | 16 | 210 | 35 | 85 | 7 | 16 | 15 | 9 | 33 | 20 | 65 | 24 | 113 | 157 | 200 | 7,5 | 33 |
| **600** | **350** | 58 | 25 | 21 | 210 | 22 | 32 | 19 | 250 | 40 | 90 | 8 | 17 | 16 | 10 | 36 | 22 | 70 | 26 | 133 | 191 | 230 | 7,5 | 40 |
| **700** | **400** | 68 | 29 | 25 | 250 | 24 | 36 | 23 | 290 | 45 | 95 | 10 | 18 | 17 | 10 | 40 | 24 | 75 | 28 | 153 | 205 | 265 | 7,5 | 48 |
| **800** | **450** | 78 | 33 | 30 | 290 | 27 | 38 | 27 | 335 | 45 | 100 | 13 | 20 | 18 | 11 | 42 | 26 | 80 | 30 | 176 | 232 | 300 | 10 | 57 |
| **900** | **500** | 90 | 37 | 34 | 330 | 30 | 40 | 30 | 380 | 50 | 105 | 14 | 22 | 19 | 12 | 48 | 28 | 85 | 34 | 198 | 260 | 340 | 10 | 64 |
| **1000** | **550** | 100 | 42 | 39 | 370 | 32 | 42 | 33 | 420 | 55 | 110 | 15 | 24 | 20 | 13 | 50 | 30 | 90 | 38 | 220 | 288 | 375 | 10 | 72 |

Fig. 582—587.




Für 0,1—0,76 Füllung kann die Lappenbreite $w = (l\ min.) = 2{,}5\,a$ genommen werden.

## Meyer'sche Steuerung m C, veränderliche Expansion. Fig. 582—587.

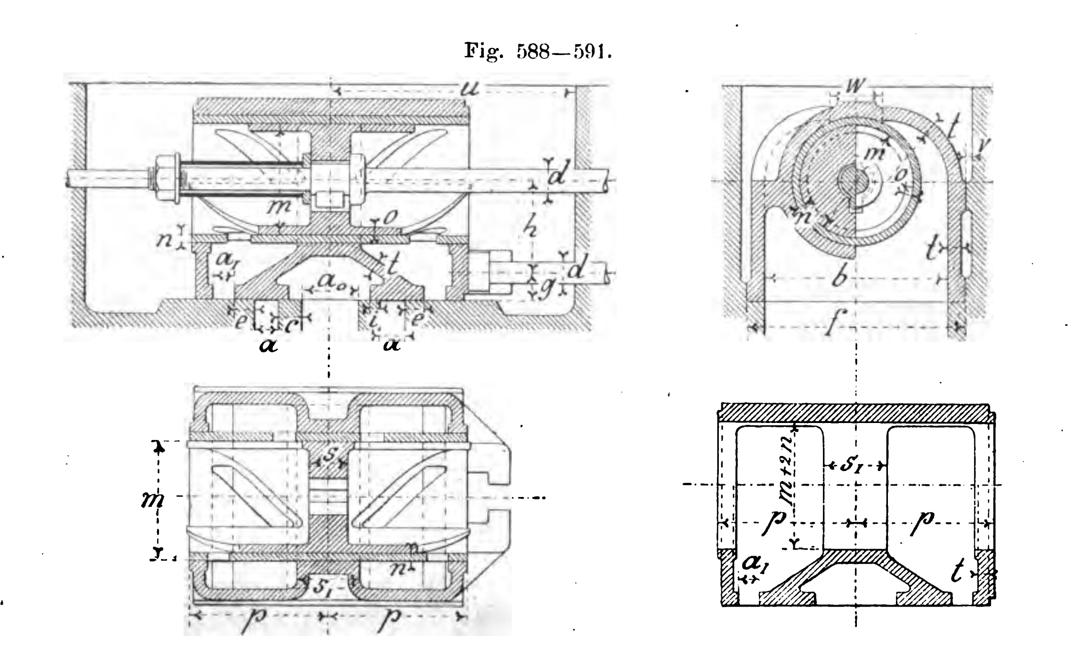
(Hierzu Schieberdiagramm Tab. 55.)

### Tabelle 57.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $D$ | $a_0$ | $a$ | $a_I$ | $b$ | $c$ | $d$ | $d_I$ | $e$ | $f$ | $g$ | $h$ | $i$ | $k$ | $m$ | $n$ | $o$ | $p$ | $p_I$ | $q$ | $s$ | $t$ | $u$ | $v$ | Exc. $r = r_I$ |
| **300** | **200** | 26 | 12 | 10 | 110 | 16 | 26 | 30 | 10 | 135 | 26 | 75 | 5 | 14 | 12 | 7 | 28 | 16 | 55 | 20 | 75 | 111 | 140 | 5 | 20 |
| **400** | **250** | 36 | 16 | 13 | 140 | 18 | 28 | 33 | 12 | 170 | 30 | 80 | 6 | 15 | 13 | 8 | 30 | 18 | 60 | 22 | 92 | 132 | 165 | 5 | 25 |
| **500** | **300** | 48 | 20 | 17 | 170 | 20 | 30 | 36 | 16 | 210 | 35 | 85 | 7 | 16 | 15 | 9 | 33 | 20 | 65 | 24 | 113 | 157 | 200 | 7,5 | 33 |
| **600** | **350** | 58 | 25 | 21 | 210 | 22 | 32 | 39 | 19 | 250 | 40 | 90 | 8 | 17 | 16 | 10 | 36 | 22 | 70 | 26 | 133 | 180 | 230 | 7,5 | 40 |
| **700** | **400** | 68 | 29 | 25 | 250 | 24 | 36 | 42 | 23 | 290 | 45 | 98 | 10 | 18 | 17 | 10 | 40 | 24 | 75 | 28 | 153 | 205 | 265 | 7,5 | 48 |
| **800** | **450** | 78 | 33 | 30 | 290 | 27 | 38 | 48 | 27 | 335 | 45 | 105 | 13 | 20 | 18 | 11 | 42 | 26 | 80 | 30 | 176 | 232 | 300 | 10 | 57 |
| **900** | **500** | 90 | 37 | 34 | 330 | 30 | 40 | 50 | 30 | 380 | 50 | 110 | 14 | 22 | 20 | 12 | 48 | 28 | 85 | 34 | 198 | 260 | 340 | 10 | 64 |
| **1000** | **550** | 100 | 42 | 39 | 370 | 32 | 42 | 52 | 33 | 420 | 55 | 115 | 15 | 24 | 22 | 13 | 50 | 30 | 90 | 38 | 220 | 288 | 375 | 10 | 72 |

Anzahl der Gewindegänge siehe Tab. 65.

Fig. 588—591.



## Rider-Büchsenschieber m C. Fig. 588 – 591.

(Hierzu Schieberdiagramm Tab. 55.)

### Tabelle 58.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | $a_0$ | *a* | $a_I$ | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *s* | $s_I$ | *t* | *u* | *v* | *w* | Exc. $r=r_I$ |
| **400** | **250** | 36 | 16 | 13 | 140 | 18 | 28 | 12 | 170 | 30 | 80 | 6 | 80 | 8 | 8 | 105 | 145 | 38 | 60 | 12 | 180 | 5 | 40 | 25 |
| **500** | **300** | 48 | 20 | 17 | 170 | 20 | 30 | 16 | 210 | 35 | 90 | 7 | 100 | 10 | 10 | 125 | 169 | 42 | 65 | 13 | 215 | 7,5 | 45 | 33 |
| **600** | **350** | 58 | 25 | 21 | 210 | 22 | 32 | 19 | 250 | 40 | 110 | 8 | 120 | 12 | 12 | 150 | 198 | 45 | 70 | 14 | 255 | 7,5 | 50 | 40 |
| **700** | **400** | 68 | 29 | 25 | 250 | 24 | 36 | 23 | 290 | 45 | 125 | 10 | 140 | 12 | 12 | 175 | 227 | 48 | 75 | 15 | 290 | 7,5 | 55 | 48 |
| **800** | **450** | 78 | 33 | 30 | 290 | 27 | 38 | 27 | 335 | 45 | 145 | 13 | 165 | 13 | 13 | 200 | 256 | 51 | 80 | 16 | 330 | 10 | 60 | 57 |
| **900** | **500** | 90 | 37 | 34 | 330 | 30 | 40 | 30 | 380 | 50 | 160 | 14 | 185 | 14 | 14 | 220 | 282 | 54 | 85 | 18 | 360 | 10 | 65 | 64 |
| **1000** | **550** | 100 | 42 | 39 | 370 | 32 | 42 | 33 | 420 | 55 | 180 | 15 | 210 | 15 | 15 | 245 | 313 | 57 | 90 | 20 | 400 | 10 | 70 | 72 |

Abwicklung des Expansionsschieberspiegels siehe Tab. 59.

Fig. 592—593.

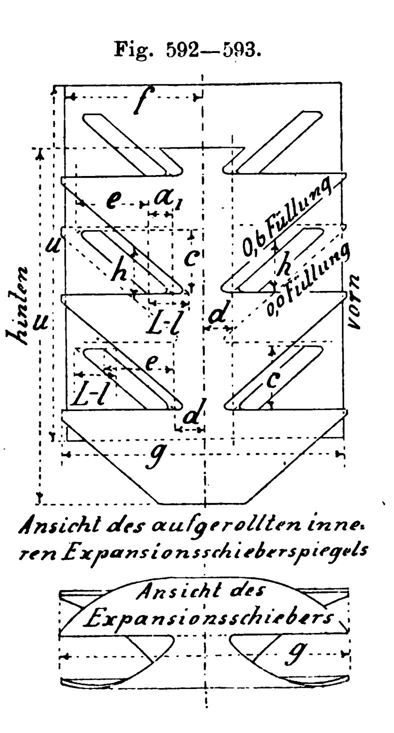
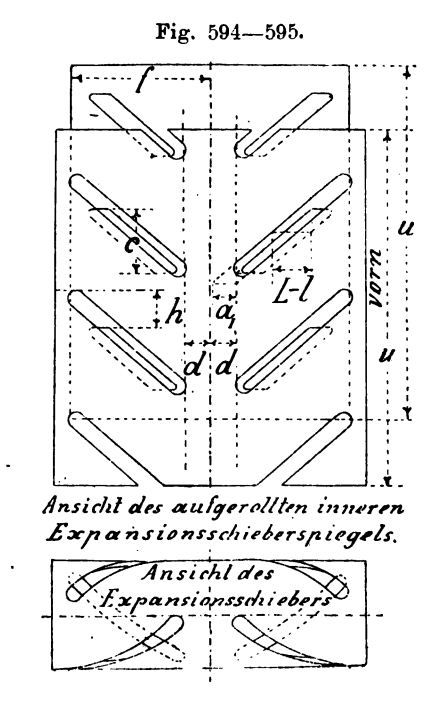



Fig. 594—595.



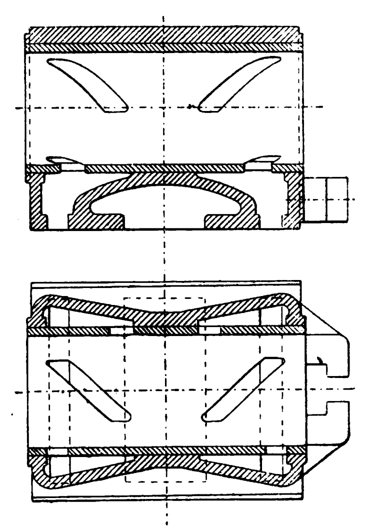
## **Expansionsschieberspiegel,** Fig. 592—595,

(zum Riderbüchsenschieber m C, Tab, 58.)

### Tabelle 59.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenhub | $H$ | **400** | **500** | **600** | **700** | **800** | **900** | **1000** |
| Cylinderdurchmesser | $D$ | **250** | **300** | **350** | **400** | **450** | **500** | **550** |
| Durchmesser des Expansionsschiebers | $m$ | 80 | 100 | 120 | 140 | 165 | 185 | 210 |
| Umfang " " | $u$ | 251 | 314 | 377 | 440 | 518 | 581 | 660 |
| $L-l$ für 0,0 Füllung | | —11 | —13 | —18 | —21 | —25 | —28 | —32 |
| $L-l$ " 0,6 " | | 23 | 30 | 36 | 43 | 53 | 58 | 66 |
| Weite des Durchlasskanales | $a_1$ | 13 | 17 | 21 | 25 | 30 | 34 | 39 |
| Kanalbreite | $b$ | 140 | 170 | 210 | 250 | 290 | 330 | 370 |
| Kanalhöhe $c = ca \frac{b}{3}$ | $c$ | 45 | 58 | 70 | 85 | 100 | 110 | 125 |
| Dimension | $d$ | 27 | 29 | 33 | 35 | 39 | 41 | 44 |
| Dimension | $e$ | 52 | 67 | 80 | 99 | 115 | 127 | 143 |
| Halbe Büchsenlänge | $f$ | 105 | 125 | 150 | 175 | 200 | 220 | 245 |
| Länge des Expansionsschiebers | $g$ | 215 | 260 | 310 | 360 | 410 | 460 | 510 |
| Ausschlagwinkel d. Expansionsschieb. in Grad | $\beta$ | 42 | 43 | 45 | 45 | 47 | 46 | 47 |
| Drehung d. Expansionsschiebers am Umfang | $h$ | 29 | 37 | 47 | 55 | 68 | 74 | 86 |
| Füllungsgrad bei Mittelstellung des Regul. | | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,13 |

Fig. 596—597.



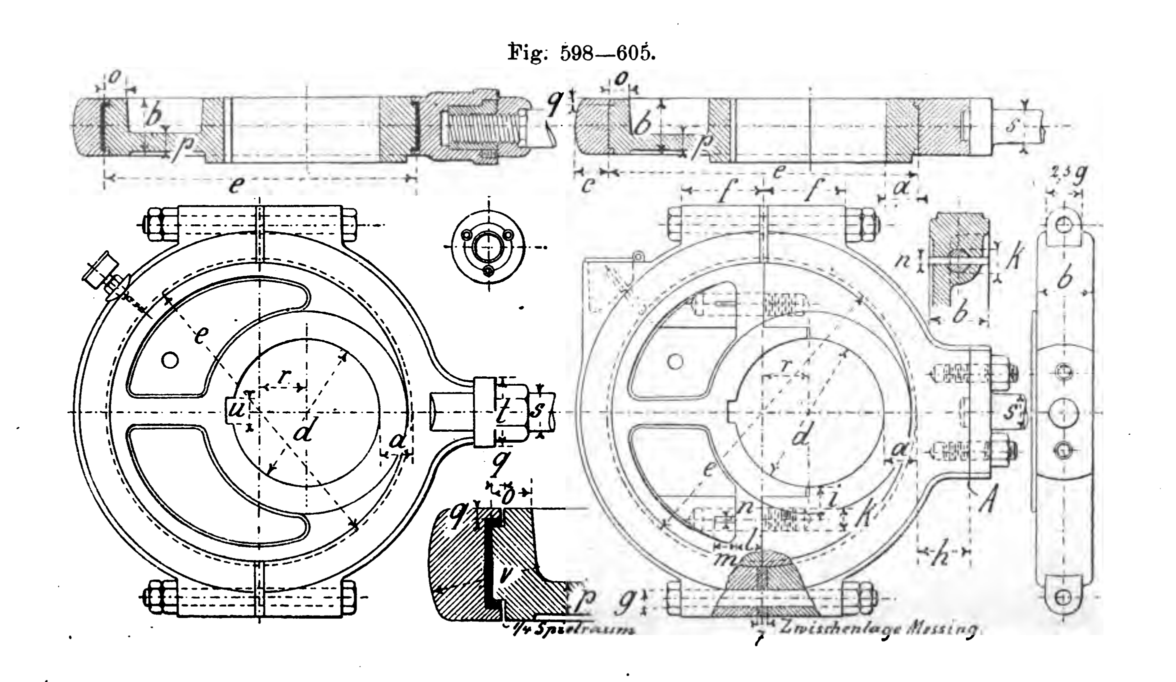
Durch Anwendung des Riderschiebers, Fig. 588—591, wird der schädliche Raum der Expansionsperiode um ca. $^1/_2$ Proz. vergrössert; es empfiehlt sich deshalb, den Schieber nach Fig. 596—597 zu construieren.

# Normalien.

Fortsetzung.

---

Fig. 598—605.



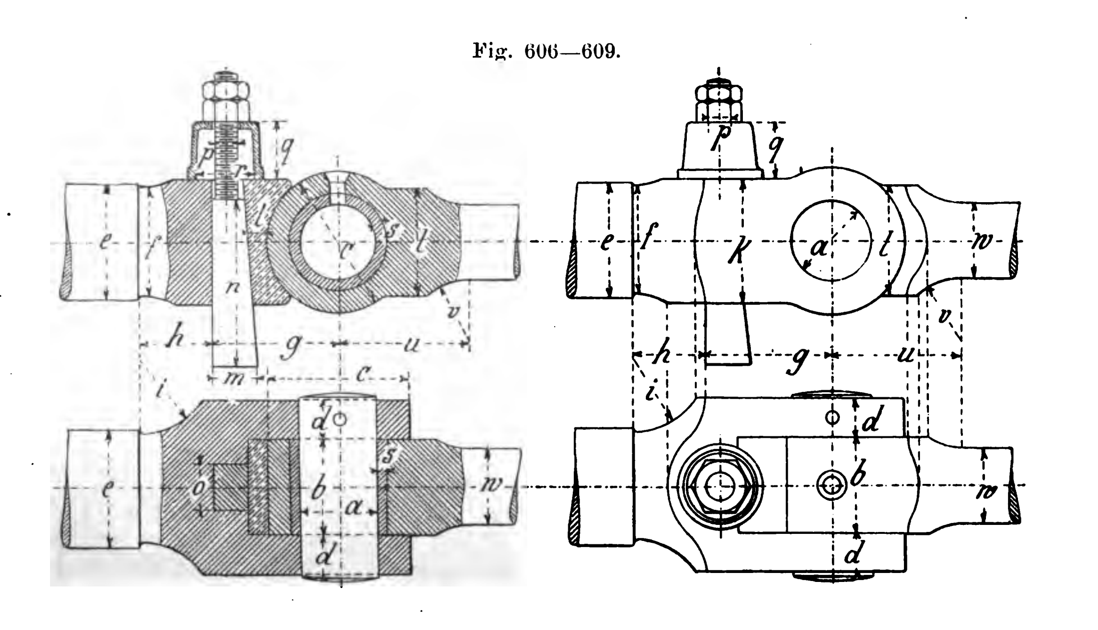
**Excenter,** Fig. 598—605, zu den Schiebersteuerungen o C, Tab. 49—52.

## Tabelle 60.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *r* | *d* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *s* | *t* | *u* | *v* |
| **200** | **150** | — | — | — | 40 | 22 | — | 50 | 13 | 40 | — | — | — | — | — | 20 | 12 | 5 | 25 | 65 | 12 | 40 |
| **300** | **200** | — | — | — | 45 | 24 | — | 60 | 13 | 45 | — | — | — | — | — | 22 | 13 | 6 | 30 | 70 | 14 | 50 |
| **400** | **250** | 25 | 125 | 21 | 50 | 26 | 217 | 70 | 16 | 50 | 25 | 23 | 20 | 18 | 6 | 25 | 15 | 6 | 35 | 76 | 16 | 60 |
| **500** | **300** | 31 | 140 | 28 | 55 | 28 | 258 | 80 | 20 | 55 | 30 | 26 | 22 | 19 | 7 | 28 | 16 | 7 | 38 | 80 | 16 | 65 |
| **600** | **350** | 38 | 165 | 30 | 60 | 30 | 301 | 90 | 20 | 60 | 35 | 28 | 24 | 20 | 8 | 30 | 16 | 7 | 42 | 85 | 18 | 70 |
| **700** | **400** | 44 | 185 | 33 | 65 | 33 | 339 | 100 | 23 | 65 | 40 | 30 | 26 | 21 | 9 | 33 | 18 | 8 | 46 | 90 | 18 | 75 |
| **800** | **450** | 50 | 200 | 36 | 70 | 36 | 372 | 110 | 23 | 70 | 45 | 30 | 28 | 22 | 9 | 36 | 18 | 8 | 49 | 100 | 20 | 80 |
| **900** | **500** | 57 | 220 | 40 | 75 | 38 | 414 | 120 | 25 | 75 | 50 | 33 | 30 | 23 | 9 | 38 | 20 | 9 | 52 | 105 | 20 | 85 |
| **1000** | **550** | 63 | 240 | 42 | 85 | 40 | 450 | 130 | 25 | 80 | 55 | 35 | 32 | 24 | 10 | 40 | 22 | 10 | 55 | 112 | 22 | 90 |

Die Anwendung von Weissgussfutter ist immer zu empfehlen, man nehme die Wandstärke des Futters = 0,15b.

Fig. 606—609.



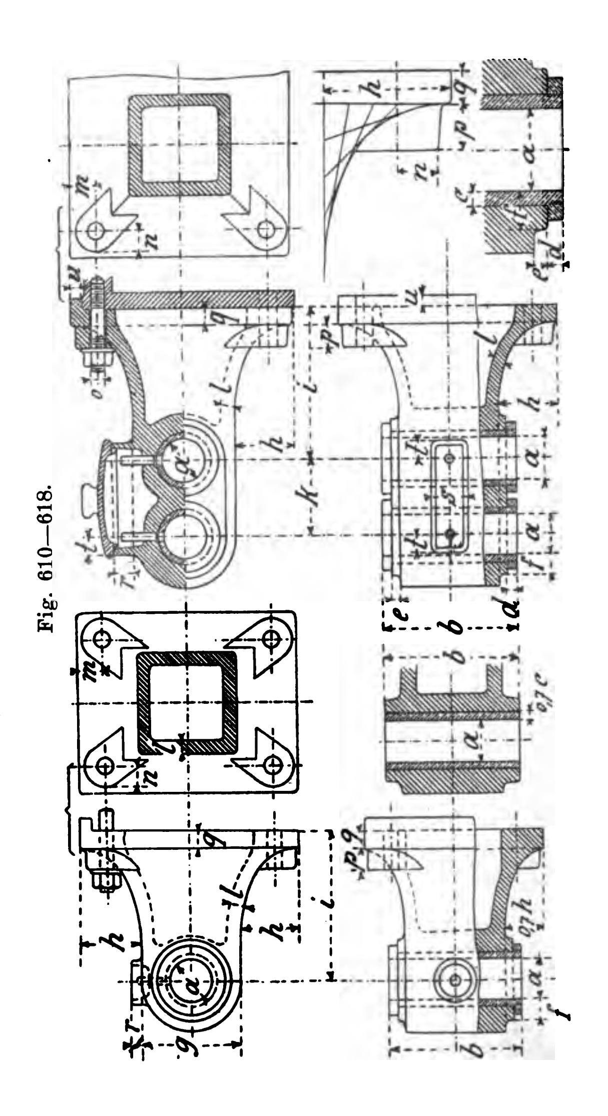
## Gelenkstücke, Fig. 606—609, zu den Schieber- und Excenterstangen.

### Tabelle 61.

| Maschine. *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* | *v* | *w* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 200 | 150 | 23 | 36 | 52 | 14 | 38 | 32 | 46 | 28 | 26 | 42 | 5 | 18 | 60 | 16 | 10 | 22 | 22 | 3 | 32 | 42 | 20 | 20 |
| 300 | 200 | 26 | 38 | 56 | 16 | 40 | 36 | 50 | 30 | 28 | 46 | 7 | 18 | 62 | 18 | 10 | 24 | 24 | 4 | 36 | 46 | 21 | 23 |
| 400 | 250 | 30 | 40 | 60 | 16 | 42 | 40 | 54 | 32 | 30 | 50 | 8 | 20 | 66 | 20 | 13 | 26 | 26 | 4 | 40 | 50 | 23 | 26 |
| 500 | 300 | 32 | 42 | 64 | 17 | 46 | 44 | 58 | 33 | 32 | 54 | 8 | 20 | 70 | 20 | 13 | 28 | 26 | 4 | 44 | 54 | 25 | 30 |
| 600 | 350 | 34 | 46 | 68 | 18 | 50 | 48 | 60 | 35 | 34 | 58 | 9 | 21 | 74 | 22 | 13 | 30 | 28 | 5 | 48 | 58 | 27 | 34 |
| 700 | 400 | 36 | 48 | 70 | 19 | 54 | 50 | 62 | 36 | 36 | 60 | 9 | 22 | 78 | 22 | 13 | 32 | 28 | 5 | 50 | 62 | 29 | 38 |
| 800 | 450 | 38 | 50 | 74 | 20 | 58 | 54 | 66 | 38 | 38 | 64 | 10 | 22 | 82 | 24 | 13 | 34 | 30 | 6 | 54 | 66 | 31 | 42 |
| 900 | 500 | 40 | 52 | 78 | 21 | 62 | 58 | 68 | 40 | 40 | 68 | 10 | 23 | 86 | 24 | 13 | 36 | 30 | 6 | 58 | 70 | 33 | 46 |
| 1000 | 550 | 42 | 54 | 82 | 22 | 68 | 60 | 70 | 42 | 42 | 72 | 11 | 24 | 90 | 26 | 13 | 38 | 32 | 7 | 60 | 75 | 35 | 50 |

Die Bolzen und Buchsen der Excenterstangen sind aus Stahl und werden gehärtet.

Fig. 610—618.



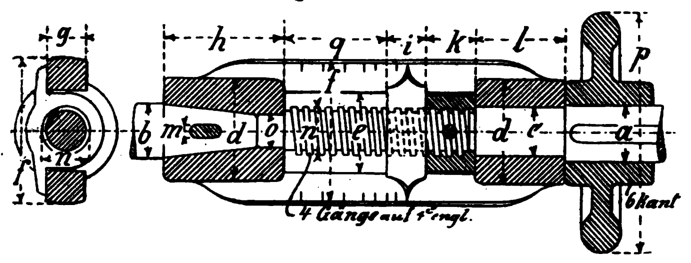
## Schieberstangenführung, Fig. 610—618,

für einfache und Meyer'sche Schiebersteuerung.

### Tabelle 62.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* |
| **200** | **150** | 38 | 70 | 6 | 8 | 5 | 15 | 90 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| **300** | **200** | 40 | 90 | 6 | 8 | 5 | 17 | 95 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| **400** | **250** | 42 | 110 | 7 | 10 | 6 | 20 | 105 | 50 | 120 | 80 | 13 | 30 | 24 | 16 | 20 | 18 | 20 | 30 | 20 | 10 |
| **500** | **300** | 46 | 130 | 8 | 10 | 6 | 22 | 115 | 60 | 146 | 85 | 14 | 32 | 24 | 16 | 22 | 20 | 20 | 30 | 20 | 11 |
| **600** | **350** | 50 | 150 | 9 | 12 | 8 | 24 | 125 | 70 | 170 | 90 | 15 | 35 | 26 | 20 | 24 | 22 | 25 | 40 | 20 | 12 |
| **700** | **400** | 54 | 170 | 9 | 12 | 8 | 26 | 130 | 80 | 200 | 98 | 16 | 38 | 26 | 20 | 26 | 24 | 25 | 50 | 22 | 13 |
| **800** | **450** | 58 | 190 | 10 | 13 | 10 | 28 | 140 | 90 | 220 | 105 | 18 | 40 | 30 | 23 | 28 | 26 | 30 | 60 | 22 | 16 |
| **900** | **500** | 62 | 210 | 10 | 13 | 10 | 30 | 150 | 100 | 240 | 110 | 20 | 42 | 30 | 23 | 30 | 28 | 35 | 70 | 25 | 17 |
| **1000** | **550** | 68 | 220 | 10 | 13 | 10 | 30 | 160 | 105 | 260 | 115 | 20 | 45 | 32 | 26 | 32 | 30 | 35 | 75 | 25 | 18 |

Fig. 619—620.




## Stellvorrichtung mit Scala, Fig. 619—620,

zur Meyer'schen Schiebersteuerung o C.

### Tabelle 63.

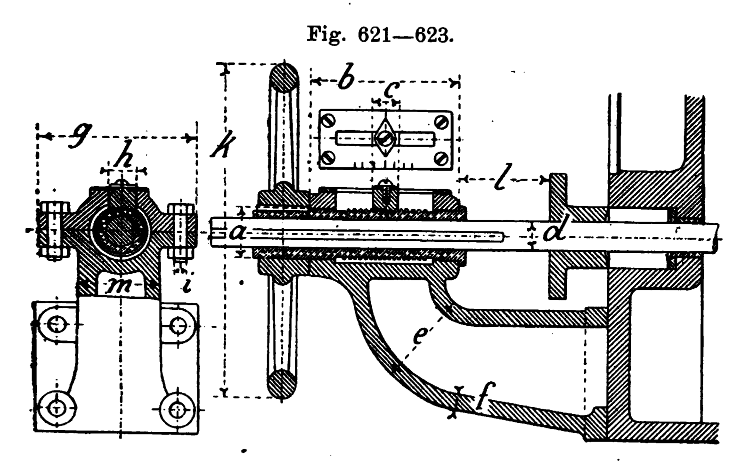
| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* |
| **300** | **200** | 26 | 28 | 25 | 48 | 38 | 70 | 18 | 60 | 19 | 25 | 43 | 5 | 24 | 18 | 122 | 29 |
| **400** | **250** | 28 | 30 | 26 | 52 | 40 | 75 | 20 | 62 | 20 | 26 | 46 | 6 | 25 | 19 | 130 | 40 |
| **500** | **300** | 30 | 32 | 27 | 56 | 43 | 80 | 22 | 64 | 21 | 27 | 49 | 8 | 26 | 20 | 138 | 50 |
| **600** | **350** | 32 | 35 | 28 | 60 | 46 | 85 | 24 | 66 | 22 | 28 | 52 | 9 | 27 | 21 | 146 | 62 |
| **700** | **400** | 36 | 38 | 32 | 63 | 49 | 90 | 26 | 72 | 24 | 32 | 56 | 9 | 30 | 25 | 158 | 71 |
| **800** | **450** | 38 | 40 | 34 | 66 | 53 | 96 | 28 | 80 | 26 | 34 | 60 | 10 | 33 | 27 | 170 | 62 |
| **900** | **500** | 40 | 42 | 36 | 70 | 56 | 104 | 30 | 90 | 28 | 36 | 64 | 11 | 35 | 28 | 178 | 70 |
| **1000** | **550** | 42 | 44 | 38 | 72 | 60 | 114 | 32 | 100 | 30 | 38 | 68 | 12 | 36 | 29 | 186 | 76 |

Bei dieser Construction fällt das Handrad sehr klein aus und wird deshalb mit einem Sechskant versehen, um event. mit dem Schraubenschlüssel verstellen zu können.

*q* ist für 0,0—0,76 Füllung bestimmt.

Gewinde der Schieberstange s. Tab. 65.

Fig. 621—623.




## **Stellvorrichtung** mit Scala, Fig. 621—623,

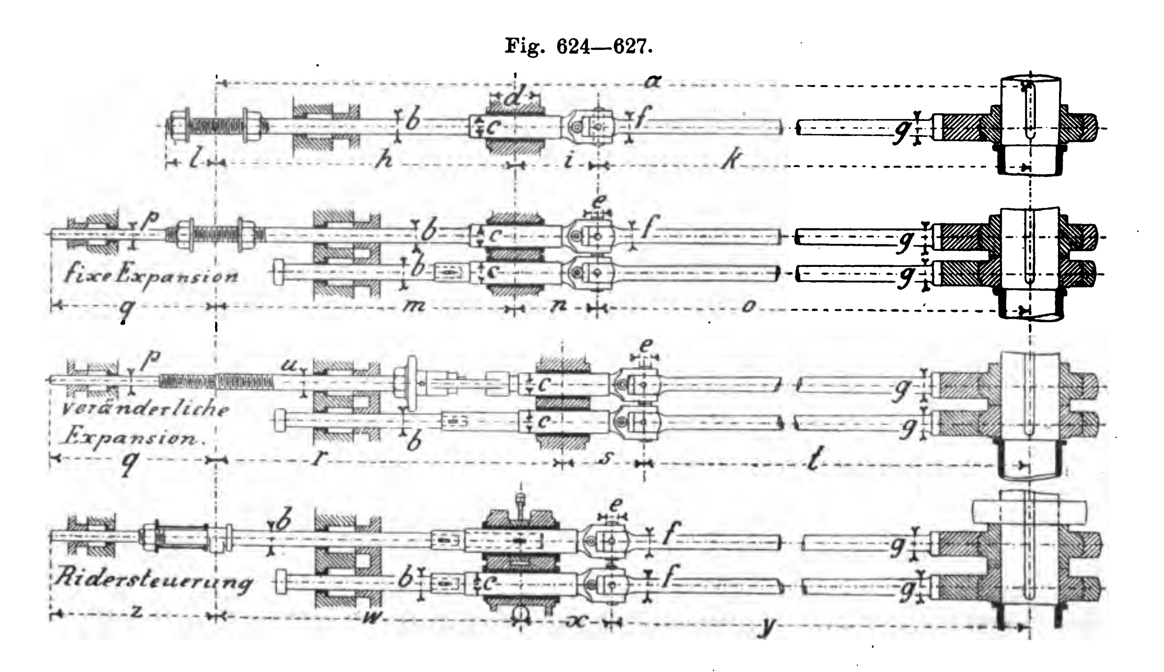
zur Meyer'schen Schiebersteuerung o C.

**Tabelle 64.**

| Maschine | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *d* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* |
| **400** | **250** | 20 | 32 | 80 | 20 | 50 | 8 | 100 | 25 | 10 | 150 | 50 | 40 |
| **500** | **300** | 23 | 36 | 95 | 22 | 60 | 10 | 110 | 26 | 13 | 190 | 60 | 48 |
| **600** | **350** | 26 | 40 | 110 | 26 | 70 | 10 | 120 | 28 | 13 | 230 | 70 | 56 |
| **700** | **400** | 29 | 44 | 125 | 28 | 80 | 12 | 130 | 30 | 13 | 280 | 80 | 64 |
| **800** | **450** | 31 | 48 | 140 | 30 | 90 | 14 | 140 | 32 | 16 | 320 | 90 | 72 |
| **900** | **500** | 33 | 52 | 160 | 33 | 105 | 16 | 150 | 34 | 16 | 360 | 100 | 80 |
| **1000** | **550** | 34 | 55 | 180 | 35 | 120 | 18 | 160 | 35 | 16 | 400 | 110 | 90 |

Diese am hinteren Ende des Schieberkastens angebrachte Stellvorrichtung hat sich am meisten eingeführt.

Fig. 624—627.



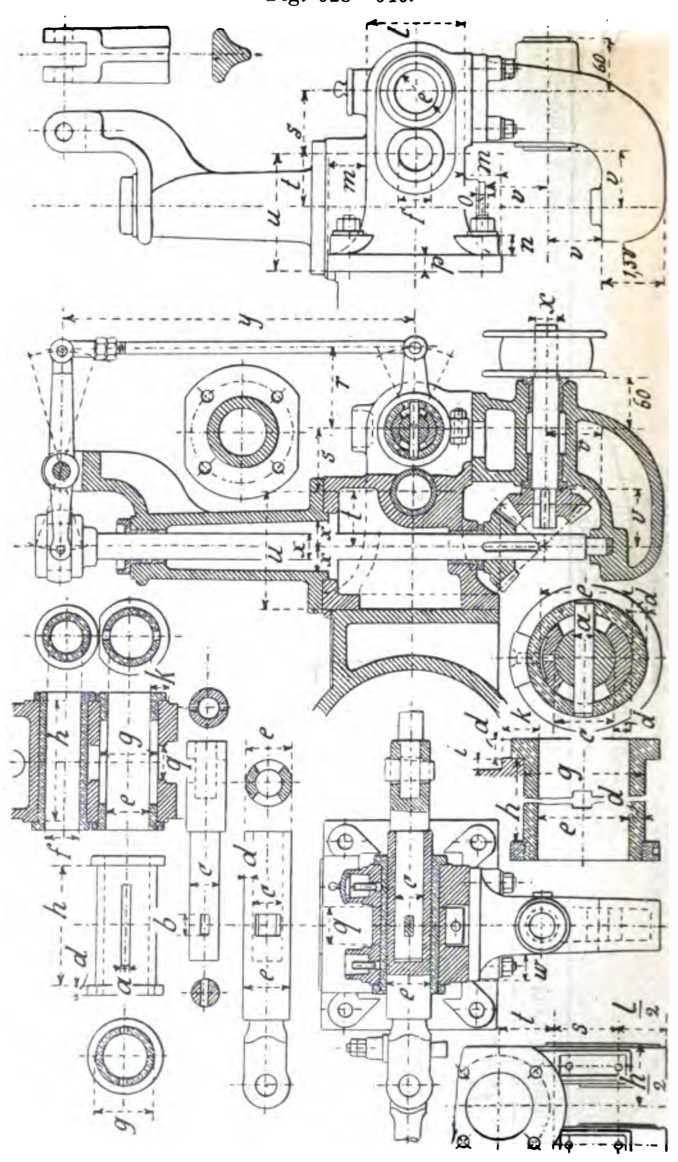
# Schieber- und Excenterstangen, Fig. 624—627,

zu den Schiebersteuerungen Ae und oC.

**Tabelle 65.**

| Maschine | | Gemeinschaftl. Maasse | | | | | | | Einf. Schiebersteuerung | | | | Fixe Expansion | | | | | Meyer'sche Steuerung, von Hand verstellbar | | | | | Rider-Steuerung, v. Regul. beeinflusst | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* | Gang pr. 1" | *w* | *x* | *y* | *z* |
| **200** | **150** | 1090 | 22 | 38 | 70 | 23 | 20 | 25 | 390 | 126 | 564 | 65 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| **300** | **200** | 1480 | 26 | 40 | 90 | 26 | 23 | 30 | 450 | 146 | 814 | 75 | 520 | 146 | 814 | 20 | 330 | 650 | 146 | 684 | 30 | 4 | — | — | — | — |
| **400** | **250** | 1900 | 28 | 42 | 110 | 30 | 26 | 35 | 520 | 173 | 1127 | 90 | 600 | 167 | 1134 | 20 | 375 | 750 | 167 | 974 | 33 | 4 | 600 | 196 | 1104 | 360 |
| **500** | **300** | 2290 | 30 | 46 | 130 | 32 | 30 | 38 | 600 | 195 | 1395 | 110 | 700 | 189 | 1401 | 23 | 415 | 850 | 189 | 1251 | 36 | 4 | 700 | 216 | 1394 | 425 |
| **600** | **350** | 2680 | 32 | 50 | 150 | 34 | 34 | 42 | 700 | 220 | 1660 | 120 | 800 | 209 | 1671 | 26 | 470 | 950 | 209 | 1521 | 39 | 4 | 800 | 234 | 1646 | 480 |
| **700** | **400** | 3080 | 36 | 54 | 170 | 36 | 38 | 46 | — | — | — | — | 880 | 228 | 1974 | 29 | 520 | 1050 | 228 | 1802 | 42 | 4 | 900 | 252 | 1928 | 540 |
| **800** | **450** | 3440 | 38 | 58 | 190 | 38 | 42 | 49 | — | — | — | — | 960 | 251 | 2129 | 31 | 580 | 1150 | 251 | 2039 | 48 | 3 | 1000 | 277 | 2163 | 600 |
| **900** | **500** | 3830 | 40 | 62 | 210 | 40 | 46 | 52 | — | — | — | — | 1050 | 271 | 2505 | 33 | 620 | 1250 | 271 | 2309 | 50 | 3 | 1100 | 300 | 2430 | 640 |
| **1000** | **550** | 4250 | 42 | 68 | 220 | 42 | 50 | 55 | — | — | — | — | 1150 | 284 | 2820 | 34 | 670 | 1350 | 284 | 2644 | 52 | 3 | 1200 | 325 | 2935 | 700 |

Fig. 628—646.



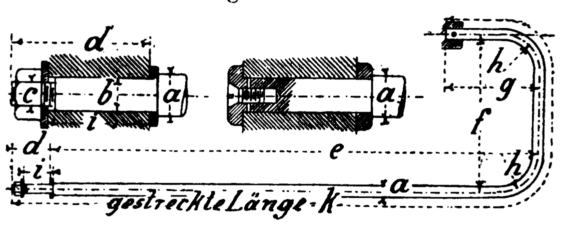
## Schieberstangenführung und Regulatorantrieb, Fig. 628—646, zur Rider-Steuerung.

### Tabelle 66.

| Maschine | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* | *v* | *w* | *x* | *y* |
| **400** | **250** | 12 | 24 | 35 | 10 | 55 | 42 | 75 | 160 | 5 | 26 | 127 | 50 | 23 | 16 | 20 | 46 | 100 | 80 | 70 | 140 | 76 | 34 | 35 | 400 |
| **500** | **300** | 13 | 26 | 39 | 11 | 61 | 46 | 83 | 175 | 5 | 28 | 130 | 60 | 25 | 20 | 22 | 50 | 105 | 90 | 74 | 160 | 80 | 37 | 35 | 450 |
| **600** | **350** | 14 | 28 | 43 | 12 | 67 | 50 | 91 | 190 | 6 | 30 | 150 | 70 | 27 | 20 | 24 | 54 | 110 | 110 | 78 | 180 | 84 | 40 | 40 | 500 |
| **700** | **400** | 15 | 30 | 47 | 13 | 73 | 54 | 99 | 205 | 6 | 32 | 163 | 80 | 30 | 23 | 26 | 58 | 115 | 125 | 82 | 200 | 88 | 43 | 40 | 550 |
| **800** | **450** | 16 | 32 | 51 | 14 | 79 | 58 | 107 | 230 | 8 | 34 | 175 | 90 | 33 | 26 | 28 | 62 | 120 | 145 | 86 | 220 | 92 | 46 | 40 | 600 |
| **900** | **500** | 18 | 36 | 55 | 15 | 85 | 62 | 115 | 240 | 8 | 37 | 190 | 100 | 36 | 26 | 30 | 66 | 130 | 160 | 90 | 220 | 96 | 50 | 46 | 650 |
| **1000** | **550** | 20 | 40 | 58 | 16 | 90 | 68 | 122 | 250 | 10 | 40 | 200 | 105 | 40 | 30 | 32 | 70 | 140 | 180 | 95 | 240 | 100 | 60 | 46 | 700 |

Betreffs Anwendung einer Ölpumpe s. Abschnitt V „Constructionsregeln“.

Fig. 647—649.

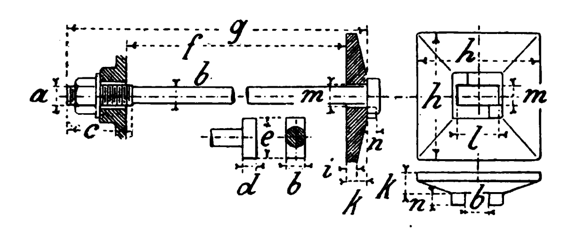



## Schutzstange. Fig. 647—649.

### Tabelle 67.

| Maschine | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* |
| **400** | **250** | 20 | 16 | 13 | 70 | 1130 | 371 | 235 | 100 | 50 | 1720 |
| **500** | **300** | 23 | 18 | 16 | 76 | 1350 | 420 | 255 | 110 | 55 | 2016 |
| **600** | **350** | 25 | 20 | 16 | 84 | 1570 | 480 | 290 | 120 | 60 | 2321 |
| **700** | **400** | 30 | 22 | 20 | 94 | 1840 | 537 | 350 | 130 | 65 | 2710 |
| **800** | **450** | 30 | 24 | 20 | 100 | 2060 | 589 | 395 | 150 | 70 | 3015 |
| **900** | **500** | 33 | 25 | 23 | 105 | 2300 | 653 | 430 | 170 | 75 | 3342 |
| **1000** | **550** | 33 | 26 | 23 | 110 | 2550 | 745 | 490 | 200 | 80 | 3686 |

Fig. 650—654.

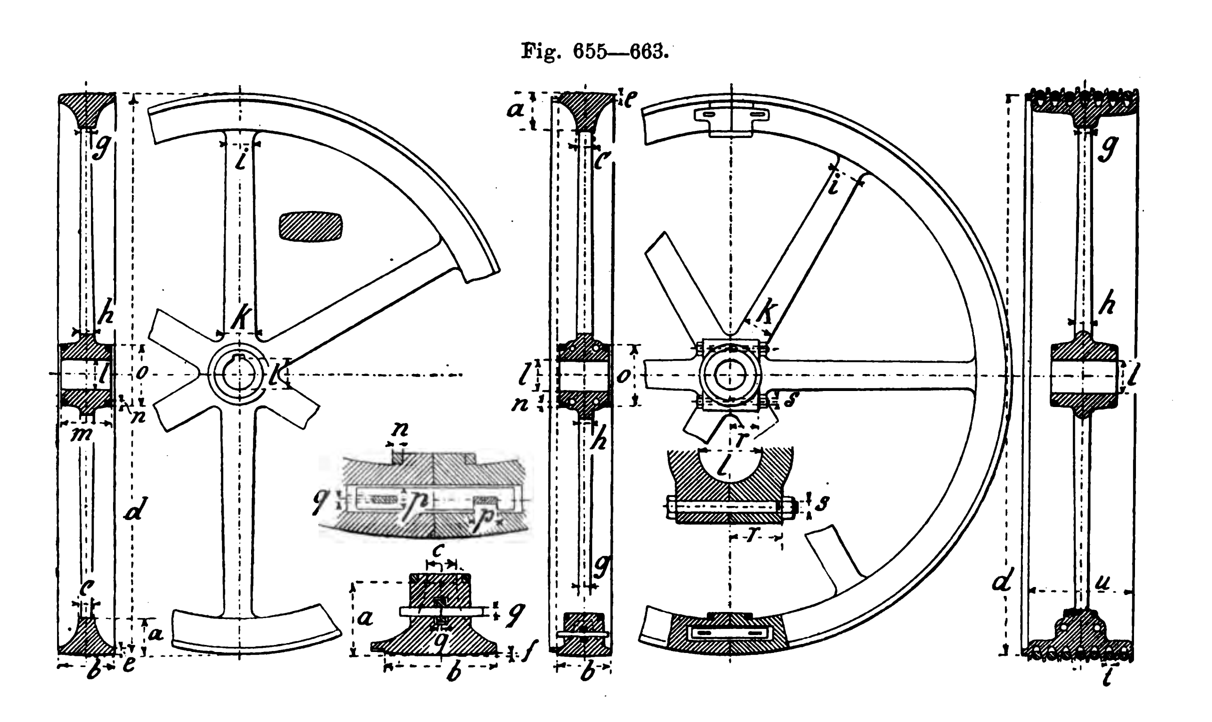



# Fundament-Anker und Platten. Fig. 650—654.

## Tabelle 68.

| Maschine | | Zoll | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* |
| 200 | 150 | $^7/_8$ | 23 | 120 | 25 | 65 | 1000 | 1130 | 200 | 20 | 30 | 75 | 28 | 25 |
| 300 | 200 | 1 | 26 | 120 | 25 | 65 | 1200 | 1350 | 200 | 20 | 30 | 75 | 30 | 25 |
| 400 | 250 | $1^1/_8$ | 30 | 130 | 28 | 70 | 1400 | 1560 | 250 | 24 | 33 | 80 | 35 | 25 |
| 500 | 300 | $1^1/_4$ | 32 | 130 | 30 | 70 | 1600 | 1780 | 250 | 24 | 33 | 90 | 38 | 25 |
| 600 | 350 | $1^1/_4$ | 32 | 140 | 30 | 80 | 1800 | 2000 | 275 | 28 | 37 | 90 | 38 | 28 |
| 700 | 400 | $1^3/_8$ | 32 | 140 | 30 | 80 | 1900 | 2120 | 275 | 28 | 37 | 90 | 38 | 28 |
| 800 | 450 | $1^1/_2$ | 32 | 140 | 30 | 80 | 2000 | 2230 | 300 | 30 | 40 | 90 | 38 | 28 |
| 900 | 500 | $1^5/_8$ | 35 | 150 | 32 | 90 | 2150 | 2400 | 300 | 30 | 40 | 100 | 42 | 28 |
| 1000 | 550 | $1^5/_8$ | 35 | 150 | 32 | 90 | 2300 | 2560 | 320 | 30 | 42 | 100 | 42 | 28 |

Fig. 655—663.



# Schwungrad. Fig. 655—663.

## Tabelle 69.

| Maschine. | | Als abgedrehtes Riemenscheiben-Schwungrad. | | | | | | | | | | | | | | | | | | Schwerpunkt Durchm. | Kranz-Gew. | Als Seilscheibe. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $D$ | $d$ | $b$ | $a$ | $c$ | $e$ | $f$ | $g$ | $h$ | $i$ | $k$ | $l$ | $m$ | $n$ | $o$ | $p$ | $q$ | $r$ | $s$ | $d_I$ | kg | Seilzahl | $t$ | $u$ |
| **200** | **150** | 1000 | 150 | 80 | 50 | 8 | 3 | 22 | 30 | 50 | 65 | 75 | 120 | — | 150 | — | — | — | — | 940 | 130 | — | — | — |
| **300** | **200** | 1450 | 175 | 95 | 55 | 8 | 3 | 30 | 40 | 60 | 80 | 85 | 150 | — | 170 | — | — | — | — | 1380 | 350 | — | — | — |
| **400** | **250** | 1900 | 200 | 110 | 60 | 8 | 4 | 40 | 50 | 85 | 110 | 125 | 180 | 26 | 240 | — | — | — | — | 1820 | 550 | 3 | 40 | 170 |
| **500** | **300** | 2350 | 250 | 125 | 70 | 8 | 5 | 50 | 60 | 110 | 135 | 140 | 220 | 30 | 280 | — | — | — | — | 2260 | 850 | 4 | 40 | 210 |
| **600** | **350** | 2800 | 300 | 140 | 80 | 8 | 6 | 60 | 72 | 135 | 165 | 190 | 230 | 35 | 320 | 64 | 25 | 120 | 36 | 2700 | 1200 | 4 | 45 | 250 |
| **700** | **400** | 3300 | 370 | 155 | 90 | 9 | 7 | 70 | 83 | 160 | 190 | 220 | 270 | 35 | 360 | 72 | 29 | 140 | 40 | 3190 | 1700 | 5 | 50 | 340 |
| **800** | **450** | 3800 | 430 | 170 | 100 | 10 | 8 | 80 | 95 | 180 | 210 | 250 | 310 | 40 | 400 | 80 | 33 | 160 | 43 | 3680 | 2250 | 6 | 50 | 410 |
| **900** | **500** | 4200 | 500 | 185 | 110 | 11 | 9 | 90 | 108 | 190 | 225 | 270 | 350 | 42 | 450 | 88 | 36 | 180 | 46 | 4070 | 3050 | 7 | 50 | 475 |
| **1000** | **550** | 4700 | 550 | 200 | 125 | 12 | 10 | 100 | 120 | 200 | 240 | 290 | 400 | 45 | 490 | 100 | 40 | 200 | 50 | 4550 | 4500 | 8 | 50 | 540 |

Für schnellgeh. Masch. ist die obige Kranzverbindung nicht geeignet, man beachte Abschn. V, „Constructionsregeln“.

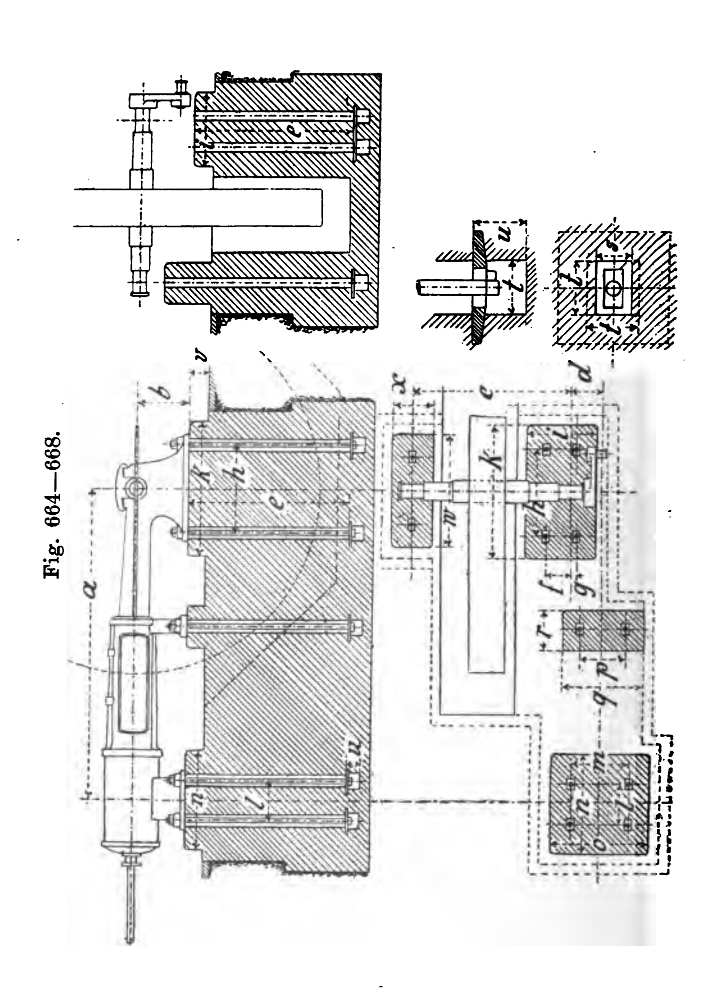


Fig. 664—668.

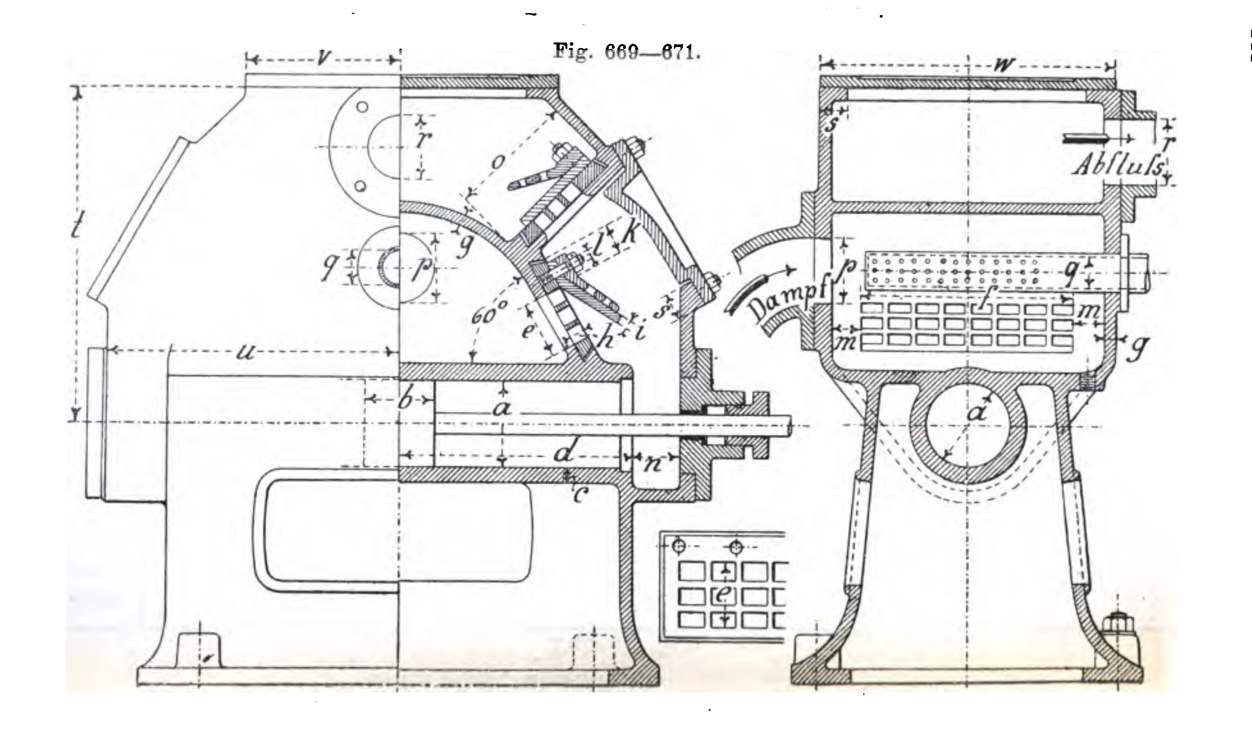
## Maschinenfundament. Fig. 664—668.

### Tabelle 70.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* | *v* | *w* | *x* | *M* |
| **400** | **250** | 1900 | 370 | 1300 | 215 | 1400 | 175 | 45 | 550 | 510 | 910 | — | 390 | 600 | 600 | — | — | — | 60 | 80 | 100 | 400 | 1000 | 400 | 5 |
| **500** | **300** | 2290 | 450 | 1450 | 240 | 1600 | 200 | 50 | 640 | 510 | 1030 | 350 | 450 | 700 | 700 | — | — | — | 60 | 80 | 120 | 375 | 1100 | 425 | 8 |
| **600** | **350** | 2680 | 500 | 1600 | 280 | 1800 | 225 | 60 | 740 | 640 | 1160 | 400 | 520 | 800 | 800 | — | — | — | 70 | 90 | 140 | 350 | 1200 | 450 | 11 |
| **700** | **400** | 3080 | 550 | 1750 | 320 | 1900 | 250 | 75 | 840 | 770 | 1300 | 450 | 580 | 900 | 900 | 520 | 900 | 500 | 70 | 100 | 160 | 325 | 1300 | 475 | 15 |
| **800** | **450** | 3440 | 600 | 1900 | 360 | 2000 | 285 | 90 | 920 | 770 | 1420 | 475 | 640 | 1000 | 1000 | 560 | 980 | 530 | 80 | 110 | 180 | 300 | 1400 | 500 | 20 |
| **900** | **500** | 3830 | 650 | 2100 | 400 | 2150 | 310 | 105 | 990 | 910 | 1530 | 500 | 700 | 1100 | 1100 | 580 | 1060 | 565 | 80 | 110 | 200 | 275 | 1500 | 525 | 25 |
| **1000** | **550** | 4250 | 700 | 2300 | 440 | 2300 | 345 | 120 | 1080 | 910 | 1690 | 550 | 750 | 1200 | 1200 | 640 | 1150 | 600 | 80 | 120 | 200 | 250 | 1600 | 550 | 30 |

*M* ist der Inhalt des Fundamentes in cbm. Zu einem cbm Mauerwerk gehören 400 Ziegelsteine.

Fig. 669—671.



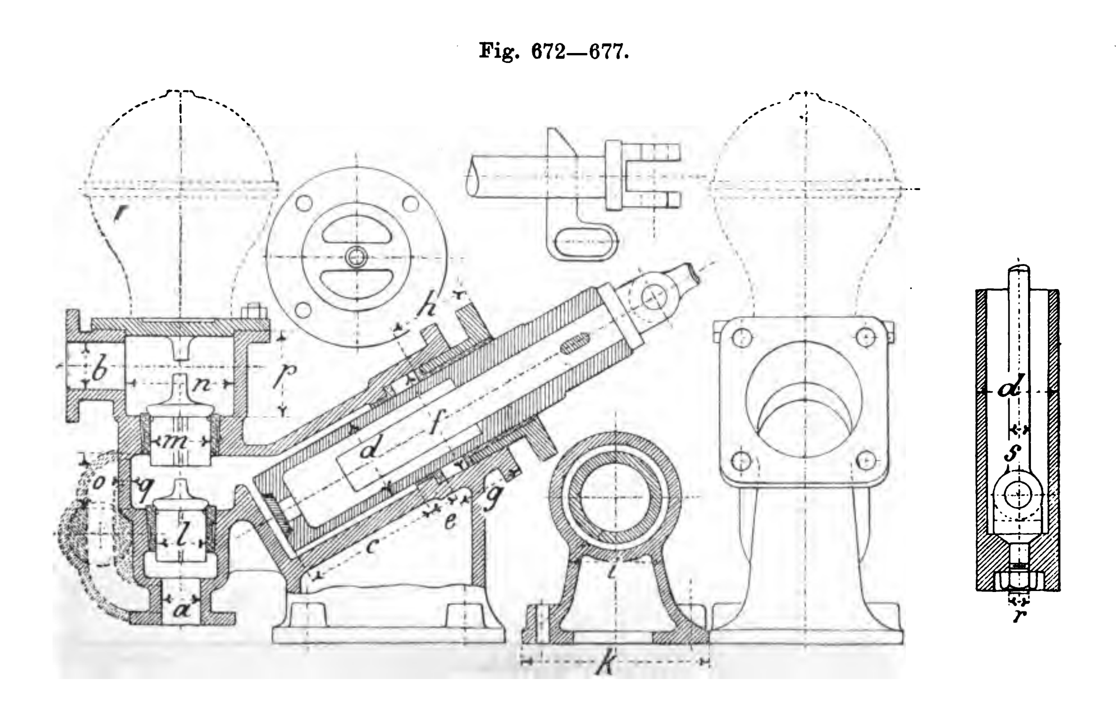
## Luftpumpen-Condensator. Fig. 669—671.

### Tabelle 71.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* | *t* | *u* | *v* | *w* |
| **500** | **300** | 120 | 100 | 22 | 315 | 80 | 290 | 16 | 20 | 14 | 45 | 16 | 39 | 65 | 170 | 90 | 60 | 80 | 40 | 450 | 400 | 210 | 400 |
| **600** | **350** | 140 | 110 | 22 | 370 | 90 | 320 | 16 | 20 | 14 | 45 | 16 | 44 | 75 | 200 | 110 | 75 | 95 | 40 | 510 | 465 | 245 | 440 |
| **700** | **400** | 160 | 120 | 23 | 425 | 100 | 350 | 18 | 22 | 15 | 50 | 20 | 52 | 85 | 225 | 125 | 90 | 110 | 40 | 570 | 530 | 280 | 490 |
| **800** | **450** | 170 | 130 | 24 | 485 | 120 | 380 | 18 | 22 | 15 | 50 | 20 | 62 | 100 | 250 | 140 | 105 | 125 | 40 | 630 | 595 | 320 | 540 |
| **900** | **500** | 200 | 140 | 25 | 540 | 140 | 420 | 20 | 24 | 16 | 50 | 20 | 70 | 110 | 275 | 160 | 120 | 140 | 45 | 690 | 670 | 360 | 600 |
| **1000** | **550** | 220 | 150 | 25 | 600 | 160 | 460 | 20 | 24 | 16 | 50 | 20 | 75 | 120 | 300 | 180 | 130 | 150 | 45 | 750 | 740 | 400 | 650 |

Maasstabellen von **Condensatoren anderer Construction** s. Abschnitt V „Constructionsregeln“.

Fig. 672—677.

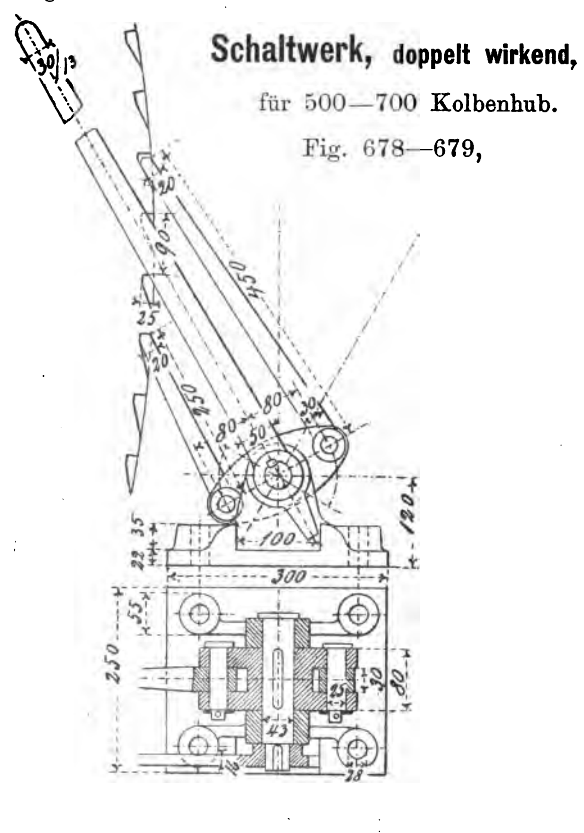


## **Speisepumpe.** Fig. 672—677.

### Tabelle 72.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *D* | *H* | *d* | Hub | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* |
| **200** | **150** | 30 | 45 | 20 | 20 | 44 | 25 | 55 | 50 | 60 | 30 | 130 | 25 | 30 | 50 | 40 | 60 | 12 | — | — |
| **300** | **200** | 40 | 50 | 30 | 25 | 48 | 30 | 70 | 65 | 70 | 40 | 140 | 35 | 43 | 60 | 50 | 70 | 12 | — | — |
| **400** | **250** | 50 | 66 | 35 | 30 | 64 | 30 | 85 | 80 | 85 | 50 | 160 | 40 | 50 | 70 | 60 | 80 | 13 | — | — |
| **500** | **300** | 70 | 80 | 40 | 35 | 78 | 35 | 105 | 95 | 100 | 70 | 180 | 50 | 60 | 85 | 70 | 90 | 13 | 26 | 30 |
| **600** | **350** | 80 | 90 | 45 | 45 | 88 | 40 | 120 | 110 | 110 | 80 | 200 | 55 | 68 | 100 | 75 | 100 | 13 | 30 | 35 |
| **700** | **400** | 90 | 100 | 50 | 50 | 98 | 45 | 130 | 125 | 120 | 90 | 210 | 60 | 72 | 110 | 80 | 110 | 14 | 30 | 40 |
| **800** | **450** | 100 | 110 | 60 | 60 | 108 | 50 | 140 | 140 | 130 | 100 | 230 | 70 | 84 | 120 | 85 | 120 | 14 | 35 | 42 |
| **900** | **500** | 110 | 125 | 70 | 70 | 120 | 60 | 150 | 150 | 135 | 115 | 250 | 80 | 94 | 140 | 90 | 130 | 14 | 35 | 45 |
| **1000** | **550** | 120 | 140 | 80 | 80 | 135 | 70 | 160 | 160 | 140 | 130 | 270 | 90 | 106 | 150 | 100 | 140 | 15 | 35 | 50 |

Fig. 678—679.


Schaltwerk, doppelt wirkend,
für 500—700 Kolbenhub.
Fig. 678—679,
30
13
20
90
450
25
20
250
80
80
50
30
120
35
22
100
300
55
250
30
80
25
43
16
38

# Abschnitt IV.

## Gewichte, Hauptmaasse, Raumbedarf, Modellkosten.

---

### A. Gewichte der einzelnen Dampfmaschinenteile.



In den Gewichtstabellen bedeutet:

| | | | |
|---|---|---|---|
| G | Gusseisen, | St | Stahl, |
| Rtg | Rotguss, | FE | Feinkorneisen, |
| Wg | Weissguss, | Schr | Schrauben, |
| E | Schmiedeeisen. | | |

### B. Hauptmaasse.



### C. Raumbedarf.



### D. Modellkosten.

Fig. 680—681.

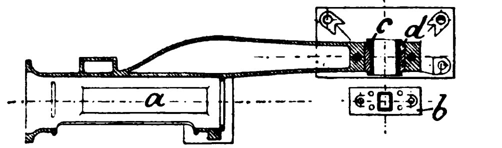
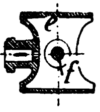



Fig. 682.




## Rahmen und Kreuzköpfe. Fig. 680—682.

**Tabelle 73.** Gewichte in kg.

| Maschine. | | Rahmen. Fig. 680—681. | | | | | | | | | Kreuzköpfe. Fig. 682. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hub | Durchmesser | Rahmen *a* | Lagerdeckel *b* | Lagerschalen *c* | Stellkeile *d* | Rahmen complet mit Deckel *a—d* | | | | | Kreuzkopf *e* | Bolzen *f* | Summa |
| *H* | *D* | G | G | Rtg | E | G | Rtg | E | Schr | Summa | G | St | |
| **200** | **150** | 300 | — | — | — | 300 | — | — | — | **300** | 7 | 1 | **8** |
| **300** | **200** | 350 | 12 | 5 | — | 362 | 5 | — | 3 | **370** | 11 | 1 | **12** |
| **400** | **250** | 450 | 24 | 7 | 4 | 474 | 7 | 4 | 5 | **490** | 19 | 2 | **21** |
| **500** | **300** | 650 | 38 | 10 | 6 | 688 | 10 | 6 | 6 | **710** | 29 | 3 | **32** |
| **600** | **350** | 900 | 61 | 15 | 7 | 961 | 15 | 7 | 7 | **990** | 41 | 5 | **46** |
| **700** | **400** | 1200 | 93 | 21 | 8 | 1293 | 21 | 8 | 8 | **1330** | 55 | 7 | **62** |
| **800** | **450** | 1600 | 124 | 28 | 9 | 1724 | 28 | 9 | 9 | **1770** | 70 | 9 | **79** |
| **900** | **500** | 2150 | 160 | 35 | 10 | 2310 | 35 | 10 | 10 | **2365** | 88 | 11 | **99** |
| **1000** | **550** | 2800 | 200 | 45 | 11 | 3000 | 45 | 11 | 11 | **3067** | 106 | 14 | **120** |

**Das Gewicht der ganz aufliegenden Rahmen, Fig. 729—732, kann 13 % höher angesetzt werden.**

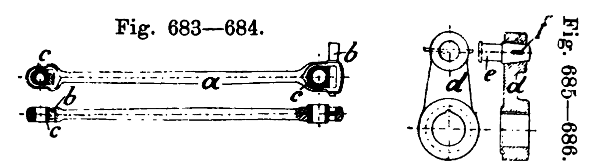


Fig. 683—684.

Fig. 685—686.

# Treibstangen, Kurbeln und Kurbelzapfen.

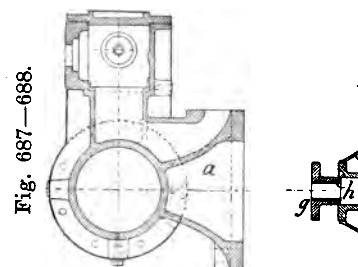
Fig. 683—686.

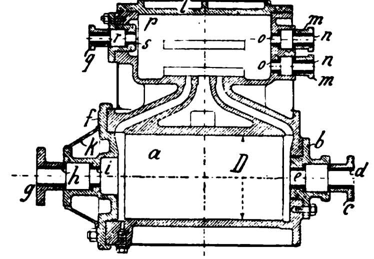
**Tabelle 74.** Gewichte in kg.

| Maschine. | | Treibstangen. Fig. 683—684. | | | | Kurbeln u. Kurbelzapfen. Fig. 685—686. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hub | Durchmesser | Schaft *a* | Keile *b* | Lagerschalen *c* | $a+b+c$ | Kurbel *d* | Finger *e* | Keile *f* | $d+e+f$ |
| *H* | *D* | E | St | Rtg | Summa | E | St | St | Summa |
| **200** | **150** | 10 | 1 | 1 | **12** | — | — | — | — |
| **300** | **200** | 18 | 1 | 2 | **21** | — | — | — | — |
| **400** | **250** | 28 | 2 | 3 | **33** | 30 | 5 | 0,5 | **35,5** |
| **500** | **300** | 42 | 2 | 4 | **48** | 50 | 7 | 0,8 | **57,8** |
| **600** | **350** | 60 | 3 | 5 | **68** | 75 | 10 | 1,3 | **86,3** |
| **700** | **400** | 80 | 4 | 7 | **91** | 100 | 14 | 2 | **116** |
| **800** | **450** | 105 | 5 | 10 | **120** | 130 | 18 | 2 | **150** |
| **900** | **500** | 135 | 6 | 14 | **155** | 160 | 23 | 3 | **186** |
| **1000** | **550** | 165 | 6 | 19 | **190** | 195 | 30 | 4 | **229** |

Gusseiserne Kurbel wiegt 20 % mehr.

Fig. 687—688.




# Dampfcylinder mit Deckel und Stopfbüchsen.

Fig. 687—688.

**Tabelle 75.** Gewichte in kg.

| Maschine. | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hub** | **Durchm.** | Cylinder *a* | vord. Deckel *b* | Stopfbüchse *c* | Buchse *d* | Grundring *e* | hint. Deckel *f* | Stopfbüchse *g* | Buchse *h* | Grundring *i* | Schutzhaube *k* | Schieber-kastendeckel *l* |
| *H* | *D* | G | G | G | Rtg | Rtg | G | G | Rtg | Rtg | G | G |
| 200 | 150 | 120 | 6 | 2 | 0,3 | 0,2 | 10 | — | — | — | — | 5 |
| 300 | 200 | 200 | 10 | 3 | 0,5 | 0,3 | 18 | — | — | — | — | 12 |
| 400 | 250 | 295 | 16 | 4 | 0,7 | 0,5 | 27 | — | — | — | — | 18 |
| 500 | 300 | 460 | 22 | 5 | 1,0 | 0,7 | 43 | 5 | 1,2 | 0,5 | 10 | 32 |
| 600 | 350 | 660 | 29 | 6 | 1,3 | 1,0 | 65 | 7 | 1,5 | 0,7 | 14 | 57 |
| 700 | 400 | 900 | 36 | 7 | 1,6 | 1,2 | 95 | 9 | 1,8 | 0,9 | 18 | 82 |
| 800 | 450 | 1200 | 43 | 8 | 1,9 | 1,5 | 140 | 11 | 2 | 1,1 | 22 | 117 |
| 900 | 500 | 1500 | 51 | 10 | 2,2 | 1,7 | 200 | 14 | 2,2 | 1,4 | 26 | 142 |
| 1000 | 550 | 1800 | 60 | 12 | 2,5 | 2,0 | 260 | 17 | 2,5 | 1,7 | 30 | 170 |

Cylinder **mit Dampfmantel**, Fig. 483—485, wiegt 18 % mehr.

Bemerkung zu Tabelle 75:

Cylinder für $H = 200$ und 300 hat einfache Schiebersteuerung,
" " $H = 400$—1000 hat Ridersteuerung m. geschlossenem Büchsenschieber.

Fortsetzung der Tabelle 75.

| Stopfbüchse *m* | Buchse *n* | Grundring *o* | Gehäuse *p* | Stopfbüchse *q* | Buchse *r* | Grundring *s* | Schutzmantel *t* | Cylinder complet mit Deckel und Stopfbüchsen *a*—*t* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G | Rtg | Rtg | G | G | Rtg | Rtg | E | G | Rtg | E | Schr | Summa |
| — | — | — | — | — | — | — | 3 | 143 | 1 | 3 | 5 | **152** |
| — | — | — | — | — | — | — | 6 | 243 | 1 | 6 | 10 | **260** |
| 3 | 0,6 | 0,4 | 7 | 1,5 | 0,2 | 0,2 | 10 | 371,5 | 2,5 | 10 | 14 | **398** |
| 3 | 0,7 | 0,4 | 11 | 2,0 | 0,2 | 0,2 | 18 | 593 | 4,9 | 18 | 19 | **635** |
| 4 | 0,8 | 0,5 | 14 | 2,4 | 0,3 | 0,2 | 26 | 858 | 6,3 | 26 | 25 | **915** |
| 5 | 0,9 | 0,6 | 17 | 2,8 | 0,4 | 0,2 | 27 | 1172 | 7,6 | 27 | 32 | **1240** |
| 6 | 1,0 | 0,6 | 21 | 3,2 | 0,4 | 0,3 | 48 | 1571 | 8,8 | 48 | 40 | **1668** |
| 7 | 1,1 | 0,7 | 24 | 3,6 | 0,5 | 0,3 | 60 | 1977 | 10 | 60 | 47 | **2094** |
| 8 | 1,2 | 0,7 | 28 | 4,0 | 0,5 | 0,4 | 73 | 2389 | 11 | 73 | 54 | **2527** |

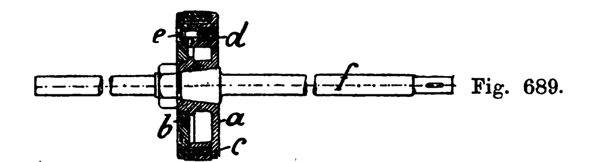


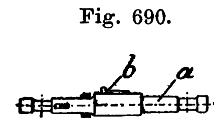
Fig. 689.

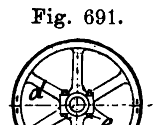
# Kolben und Kolbenstange. Fig. 689.

**Tabelle 76.** Gewichte in kg.

| Maschine. Hub *H* | Maschine. Durchm. *D* | Kolbenkörper *a* G | Kolbendeckel *b* G | Federringe *c* G | Kolbenmuttern *d* Rtg | Deckelschrb. *e* St | Kolbenstange *f* St | Kolben complet mit Stange *a*—*f* G | Rtg | St | Summa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **200** | **150** | 7 | 2 | 4 | — | — | 3 | 13 | — | 3 | **16** |
| **300** | **200** | 9 | 3 | 6 | — | — | 6 | 18 | — | 6 | **24** |
| **400** | **250** | 12 | 5 | 8 | — | — | 11 | 25 | — | 11 | **36** |
| **500** | **300** | 15 | 8 | 11 | — | — | 26 | 34 | — | 26 | **60** |
| **600** | **350** | 20 | 12 | 14 | 2 | 2 | 40 | 46 | 2 | 42 | **90** |
| **700** | **400** | 30 | 18 | 18 | 2 | 2 | 55 | 66 | 2 | 57 | **125** |
| **800** | **450** | 42 | 26 | 26 | 3 | 3 | 70 | 94 | 3 | 73 | **170** |
| **900** | **500** | 55 | 33 | 31 | 3 | 3 | 95 | 119 | 3 | 98 | **220** |
| **1000** | **550** | 72 | 43 | 42 | 4 | 4 | 130 | 157 | 4 | 134 | **295** |
| **1100** | **600** | 100 | 58 | 57 | 5 | 5 | 180 | 215 | 5 | 185 | **405** |
| **1200** | **700** | 150 | 85 | 87 | 6 | 7 | 330 | 322 | 6 | 337 | **665** |
| **1400** | **800** | 205 | 115 | 118 | 8 | 9 | 540 | 438 | 8 | 549 | **995** |
| **1600** | **900** | 260 | 150 | 154 | 10 | 12 | 790 | 564 | 10 | 802 | **1376** |
| **1800** | **1000** | 327 | 190 | 195 | 12 | 15 | 1100 | 712 | 12 | 1116 | **1840** |

Fig. 690. Fig. 691. Fig. 692.




# Schwungradwelle, Schwungrad u. hinteres Lager.

Fig. 690—692.

**Tabelle 77.** Gewichte in kg.

| Maschine. | | Schwungradwelle. Fig. 690. | | | | Schwungrad. Fig. 691. | | | Hinteres Lager. Fig. 692. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hub | Durchmesser | Welle $a$ | Keile $b$ | Beg. Scheibe $c$ | $a+b+c$ | Schwungrad $d$ | Schrumpfr. $e$ | $d+e$ | Rumpf, Sohlpl. $f$ | Schalen $g$ | Schrauben $h$ | $f+g+h$ |
| $H$ | $D$ | FE | St | G | Summa | G | E | Summa | G | Rtg | Schr | Summa |
| **200** | **150** | — | — | — | — | 175 | — | **175** | — | — | — | — |
| **300** | **200** | — | — | — | — | 475 | — | **475** | — | — | — | — |
| **400** | **250** | 136 | 2 | 12 | **150** | 750 | — | **750** | 47 | 6 | 5 | **58** |
| **500** | **300** | 220 | 3 | 17 | **240** | 1150 | — | **1150** | 100 | 10 | 8 | **118** |
| **600** | **350** | 342 | 4 | 24 | **370** | 1600 | 20 | **1620** | 144 | 16 | 10 | **170** |
| **700** | **400** | 500 | 5 | 30 | **535** | 2278 | 22 | **2300** | 193 | 22 | 15 | **230** |
| **800** | **450** | 708 | 6 | 36 | **750** | 2976 | 24 | **3000** | 232 | 28 | 20 | **280** |
| **900** | **500** | 900 | 8 | 42 | **950** | 4074 | 26 | **4100** | 270 | 35 | 25 | **330** |
| **1000** | **550** | 1100 | 10 | 50 | **1160** | 5972 | 28 | **6000** | 320 | 40 | 30 | **390** |

Fig. 693.

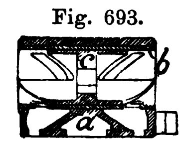
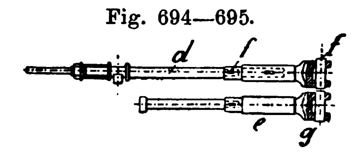



Fig. 694—695.




# Riderschieber und Schieberstangen.

Fig. 693—695.

**Tabelle 78.** Gewichte in kg.

| Maschine. | | Riderschieber. Fig. 693. | | | | Schieberstangen. Fig. 694—695. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hub | Durchmesser | Grundschieber $a$ | Buchsen $b$ | Expansions-schieber $c$ | $a+b+c$ | Schieber-stangen $d$ | Führungs-stücke $e$ | Keile, Bolzen $f$ | Stellbacken $g$ | $d+e+f+g$ |
| $H$ | $D$ | G | G | G | Summa | St | E | St | [illegible] | Summa |
| **200** | **150** | — | — | — | — | 3 | 4 | 0,5 | 0,5 | **8** |
| **300** | **200** | — | — | — | — | 4 | 6 | 0,5 | 0,5 | **11** |
| **400** | **250** | 19 | 3 | 2 | **24** | 6 | 10 | 1 | 0,5 | **18** |
| **500** | **300** | 30 | 6 | 4 | **40** | 8 | 16 | 1 | 0,5 | **26** |
| **600** | **350** | 45 | 10 | 7 | **62** | 11 | 24 | 1,5 | 1,5 | **38** |
| **700** | **400** | 66 | 15 | 12 | **93** | 14 | 32 | 2 | 2 | **50** |
| **800** | **450** | 88 | 21 | 16 | **125** | 18 | 40 | 3 | 2 | **63** |
| **900** | **500** | 110 | 28 | 22 | **160** | 22 | 48 | 3 | 2 | **75** |
| **1000** | **550** | 132 | 38 | 30 | **200** | 26 | 56 | 3,5 | 2,5 | **88** |

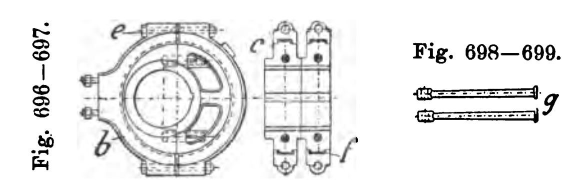



Fig. 696—697.

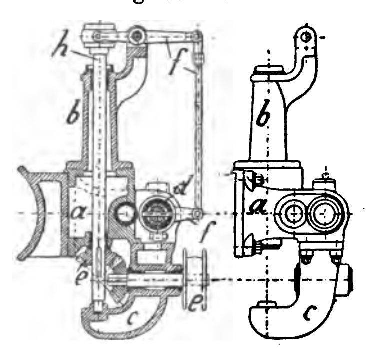
Fig. 698—699.

## 2 Excenter u. 2 Excenterstangen. Fig. 696—699.

**Tabelle 79.** Gewichte in kg.

| Maschine. | | 2 Excenter. Fig. 696—697. | | | | | | | 2 Excenterstangen. Fig. 698—699. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hub | Durchmesser | Excenterscheiben *a* | Excenterbügel *b* | Bolzen *c* | Zwischenlagen *d* | Schraub. *e* | Futter *f* | 2 Excenter complet *a—f* | *g* |
| *H* | *D* | G | G | E | Ms | Schr | Wg | Summa | E |
| 200 | 150 | 4 | 8 | — | 0,2 | 1 | — | 13,2 | 4 |
| 300 | 200 | 5 | 11 | — | 0,2 | 1,2 | — | 17,4 | 7 |
| 400 | 250 | 7 | 15 | 0,7 | 0,3 | 1,5 | 3 | 27,5 | 10 |
| 500 | 300 | 12 | 27 | 1,0 | 0,3 | 2,0 | 6 | 48,3 | 17 |
| 600 | 350 | 18 | 42 | 1,0 | 0,4 | 2,4 | 9 | 72,8 | 27 |
| 700 | 400 | 25 | 62 | 1,5 | 0,5 | 3,0 | 12 | 104 | 42 |
| 800 | 450 | 32 | 86 | 1,7 | 0,5 | 3,2 | 14 | 137 | 57 |
| 900 | 500 | 40 | 110 | 2,1 | 0,6 | 3,3 | 18 | 174 | 72 |
| 1000 | 550 | 50 | 136 | 2,5 | 0,7 | 4,0 | 20 | 213 | 88 |

Fig. 700—701.

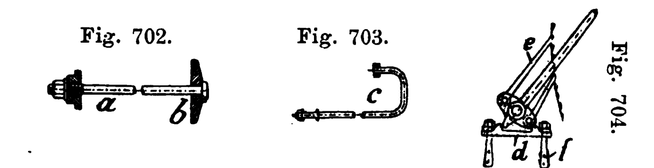



## Schieberstangenführungsböcke mit Regulatorsäulen, Consolen, con. Rädern, Wellen und Hebeln

(excl. Regulator und Spindel). Fig. 700—701.

**Tabelle 80.** Gewichte in kg.

| Maschine. Hub | Maschine. Durchm. | Führungsbock *a* | Säule *b* | Consol *c* | Buchsen *d* | Räd., Riemsch. *e* | Hebel *f* | Wellen, Buchs. *g* | Schieberstangenführungsbock und Regulator-Antrieb complet. *a—g* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | G | G | G | Rtg | G | E | St | G | Rtg | E | St | Schr | Summa |
| 400 | 250 | 32 | 12 | 15 | 8 | 14 | 5 | 3 | 73 | 8 | 5 | 3 | 2 | **91** |
| 500 | 300 | 50 | 18 | 18 | 11 | 17 | 7 | 3 | 103 | 11 | 7 | 3 | 3 | **127** |
| 600 | 350 | 75 | 23 | 21 | 15 | 20 | 10 | 4 | 139 | 15 | 10 | 4 | 4 | **172** |
| 700 | 400 | 98 | 30 | 24 | 18 | 24 | 12 | 4 | 176 | 18 | 12 | 4 | 5 | **215** |
| 800 | 450 | 122 | 38 | 28 | 21 | 27 | 15 | 5 | 215 | 21 | 15 | 5 | 6 | **262** |
| 900 | 500 | 146 | 47 | 31 | 24 | 29 | 17 | 5 | 253 | 24 | 17 | 5 | 7 | **306** |
| 1000 | 550 | 170 | 55 | 35 | 28 | 32 | 20 | 6 | 292 | 28 | 20 | 6 | 8 | **354** |




# Sämtliche Fundament-Anker, Schutzstange und Schaltwerk. Fig. 702—704.

**Tabelle 81.** Gewichte in kg.

| Maschine. | | Sämtl. Fundament-Anker Fig. 702. | | | Schutzstange. Fig. 703. | Schaltwerk. Fig. 704. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hub | Durchmesser | Platten $b$ | Anker $a$ | $b+a$ | $c$ | Augenlager $d$ | Hebel $e$ | Steinschraub. $f$ | Schaltwerk complet. $d+e+f$ |
| $H$ | $D$ | G | E | Summa | E | G | E | Schr | Summa |
| **200** | **150** | 20 | 16 | **36** | — | — | — | — | — |
| **300** | **200** | 20 | 22 | **42** | — | — | — | — | — |
| **400** | **250** | 64 | 30 | **94** | 5 | 20 | 10 | 6 | **36** |
| **500** | **300** | 80 | 60 | **140** | 7 | 20 | 10 | 6 | **36** |
| **600** | **350** | 150 | 90 | **240** | 10 | 25 | 12 | 8 | **45** |
| **700** | **400** | 180 | 120 | **300** | 13 | 25 | 12 | 8 | **45** |
| **800** | **450** | 280 | 160 | **440** | 16 | 35 | 16 | 12 | **63** |
| **900** | **500** | 280 | 200 | **480** | 20 | 35 | 16 | 12 | **63** |
| **1000** | **550** | 340 | 250 | **590** | 25 | 35 | 16 | 12 | **63** |

# Recapitulation der Gewichtstabellen.

## Tabelle 82.

| Maschine. | | Gusseisen | Rotguss | Schmiedeeisen | Stahl und Feinkorneisen | Schrauben | Gewicht ohne Schwungrad und ohne Regulator | Regulator | Schwungrad | Armatur, Ventile etc. | Tot.-Gewicht mit Ridersteuerung ohne Condensator | Condensator | Tot.-Gewicht mit Condensator | Speisepumpe mit Excenter |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | G | Rtg | E | St | Schr | kg | kg | kg | kg | kg | kg | kg | kg |
| **400** | **250** | 1142 | 31 | 143 | 170 | 34 | **1520** | 50 | 750 | 30 | **2350** | — | — | 40 |
| **500** | **300** | 1761 | 47 | 230 | 276 | 46 | **2360** | 80 | 1150 | 40 | **3630** | 800 | **4430** | 50 |
| **600** | **350** | 2547 | 71 | 342 | 453 | 57 | **3470** | 110 | 1620 | 50 | **5250** | 1400 | **6650** | 70 |
| **700** | **400** | 3491 | 93 | 458 | 647 | 71 | **4760** | 140 | 2300 | 70 | **7250** | 1600 | **8850** | 100 |
| **800** | **450** | 4519 | 116 | 598 | 857 | 90 | **6180** | 170 | 3000 | 80 | **9430** | 2000 | **11430** | 140 |
| **900** | **500** | 5704 | 142 | 740 | 1079 | 105 | **7770** | 210 | 4100 | 90 | **12170** | 2500 | **14670** | 190 |
| **1000** | **550** | 7010 | 170 | 902 | 1330 | 119 | **9530** | 250 | 6000 | 100 | **15880** | 3000 | **18880** | 240 |
| Material in Proz. | | 75,1 | 2,1 | 9,4 | 11,2 | 2,2 | 100% (ohne Schwungrad) bei der Maschine 400 Hub. | | | | | | | |
| | | 73,5 | 1,79 | 9,51 | 14,0 | 1,2 | 100% „ „ „ „ „ 1000 „ | | | | | | | |

# B. Hauptmaasse.

**Hauptmaasse der Eincylinder-Dampfmaschinen.**

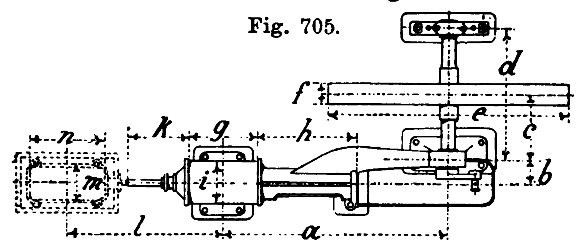
# C. Raumbedarf.

**Raumbedarf der Eincylinder-Dampfmaschinen.**
**„ „ Zweicylinder- „**

# D. Modellkosten.

**Modellkosten der Maschinen von 400—1000 Hub mit Idersteuerung.**

Fig. 705.



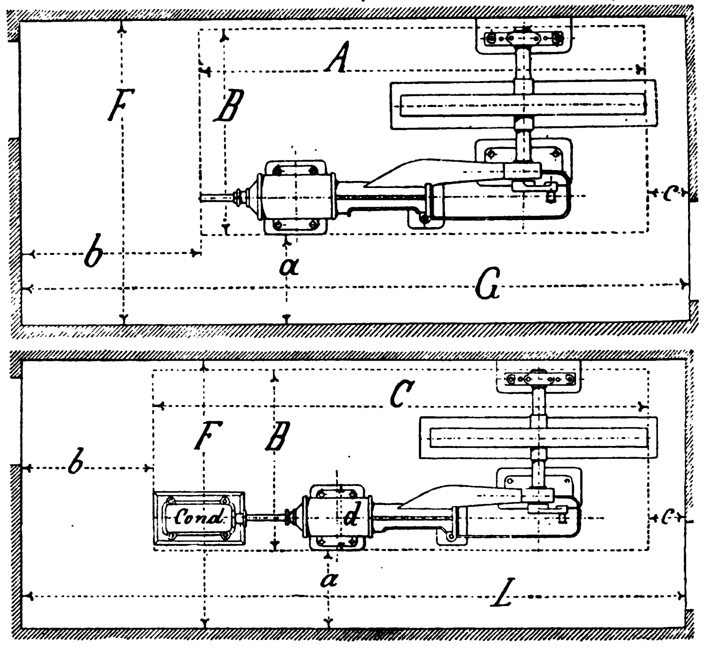

## Hauptmaasse der Eincylinder-Dampfmaschinen

**mit und ohne Condensation.** Fig. 705.

**Tabelle 83.**

| Hub *H* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **400** | 1900 | 215 | 700 | 1300 | 1900 | 200 | 560 | 890 | 400 | — | — | — | — |
| **500** | 2290 | 240 | 750 | 1450 | 2350 | 250 | 680 | 1062 | 470 | 770 | 1800 | 450 | 850 |
| **600** | 2680 | 280 | 800 | 1600 | 2800 | 300 | 800 | 1212 | 540 | 901 | 1950 | 480 | 1000 |
| **700** | 3080 | 320 | 850 | 1750 | 3300 | 370 | 922 | 1343 | 600 | 1026 | 2100 | 510 | 1200 |
| **800** | 3440 | 360 | 900 | 1900 | 3800 | 430 | 1038 | 1521 | 660 | 1146 | 2500 | 600 | 1250 |
| **900** | 3830 | 400 | 1000 | 2100 | 4200 | 500 | 1154 | 1673 | 720 | 1271 | 2750 | 700 | 1650 |
| **1000** | 4250 | 440 | 1100 | 2300 | 4700 | 550 | 1270 | 1855 | 780 | 1406 | 3000 | 900 | 1650 |

Die obige Tabelle soll das **Projectiren** der Dampfmaschinen erleichtern und das Nachsuchen in den Zeichnungen dadurch erspart werden.

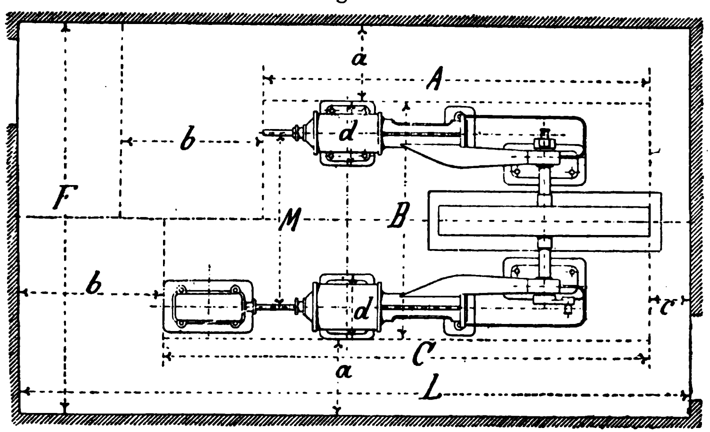



## Raumbedarf der Eincylinder-Maschinen mit und ohne Condensation. Fig. 706—707.

**Tabelle 84.**

| Hub | Ohne Condensation. Fig. 706. | | | | | | | | Mit Cond. Fig. 707. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *A* | *B* | *a* | *b* | *c* | *d* | *F* | *G* | *C* | *L* |
| **400** | 3207 | 2015 | 800 | 1600 | 500 | 600 | 2800 | 5300 | — | — |
| **500** | 4581 | 2252 | 900 | 1700 | 500 | 700 | 3300 | 6800 | 5850 | 8050 |
| **600** | 5381 | 2505 | 1000 | 1800 | 600 | 800 | 3650 | 7800 | 6700 | 9100 |
| **700** | 6217 | 2757 | 1100 | 1900 | 600 | 900 | 4050 | 8700 | 7620 | 10120 |
| **800** | 7005 | 3010 | 1200 | 2000 | 700 | 1000 | 4400 | 9700 | 8690 | 11390 |
| **900** | 7778 | 3312 | 1300 | 2100 | 700 | 1100 | 4800 | 10600 | 9740 | 12540 |
| **1000** | 8641 | 3615 | 1400 | 2200 | 700 | 1200 | 5200 | 11500 | 10700 | 13600 |

Fig. 708.




# Raumbedarf der Zweicylinder-Maschinen

**mit und ohne Condensation.** Fig. 708.

**Tabelle 85.**

| Hub | Ohne Condensation. | | | | | | | | Mit Condens. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *A* | *B* | *M* | *a* | *b* | *c* | *d* | *F* | *C* | *L* |
| **400** | 3207 | 2700 | 2100 | 800 | 1600 | 500 | 600 | 4300 | — | — |
| **500** | 4581 | 3000 | 2300 | 900 | 1700 | 500 | 700 | 4800 | 5850 | 8050 |
| **600** | 5381 | 3300 | 2500 | 1000 | 1800 | 600 | 800 | 5300 | 6700 | 9100 |
| **700** | 6217 | 3600 | 2700 | 1100 | 1900 | 600 | 900 | 5800 | 7620 | 10120 |
| **800** | 7005 | 3850 | 2850 | 1200 | 2000 | 700 | 1000 | 6250 | 8690 | 11390 |
| **900** | 7778 | 4100 | 3000 | 1300 | 2100 | 700 | 1100 | 6700 | 9740 | 12540 |
| **1000** | 8641 | 4400 | 3200 | 1400 | 2200 | 700 | 1200 | 7200 | 10700 | 13600 |

**Das Maass *c* kann auch = *0* oder negativ genommen werden, in letzterem Falle ist die Mauer für das Schwungrad ausgespart.**

## Modellkosten

(complet mit Kernkasten) in Mark, der in Abschnitt III behandelten Normalien.

(Für Maschinen von 400 bis 1000 Hub mit Ridersteuerung.)

**Tabelle 86.**

| Kolbenhub . . . . . . . . . . . . . mm | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cylinderdurchmesser . . . . . . . . . „ | **250** | **300** | **350** | **400** | **450** | **500** | **550** |
| Rahmen m. Lagerdeckel u. Lagerschal. Mk. | 250 | 264 | 285 | 300 | 320 | 350 | 390 |
| Kreuzkopf . . . . . . . . . . . . „ | 25 | 30 | 38 | 44 | 50 | 60 | 65 |
| Lagerschalen zur Treibstange . . . . „ | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| Cylinder mit Deckel u. Stopfbüchsen „ | 195 | 210 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 |
| Kolben mit Deckel und Ringen . . . „ | 24 | 26 | 29 | 31 | 35 | 40 | 45 |
| Hinteres Lager . . . . . . . . . . „ | 33 | 36 | 41 | 46 | 55 | 60 | 70 |
| Riderschieber . . . . . . . . . . . „ | 70 | 75 | 80 | 85 | 95 | 105 | 115 |
| Stellbacken d. Gelenkst. d. Schieberst. „ | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Excenter mit Bügel . . . . . . . . . „ | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 57 | 65 |
| Schieberstangenführ., Regulatorsäule, con. Räder, Buchsen u. Riemensch. „ | 70 | 80 | 90 | 105 | 115 | 130 | 150 |
| Ankerplatten . . . . . . . . . . „ | 3 | 3 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
| Schaltwerk . . . . . . . . . . . „ | 9 | 9 | 10,5 | 10,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |
| Speisepumpe . . . . . . . . . . . „ | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 185 |
| Summe in Mark | 835 | 905 | 985 | 1070 | 1165 | 1280 | 1415 |

Die Modelle sind so eingerichtet, dass die Maschine rechts oder links bauen kann.

# Abschnitt V.

## Constructions-Regeln.

# Der Lagerhals der Kurbelwelle.

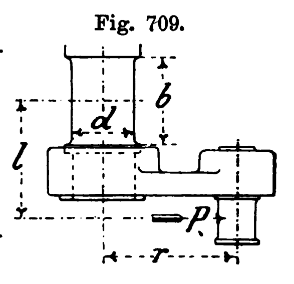


Fig. 709.

Material der Lagerschalen: Rotguss oder Gusseisen mit Weissgussfutter.

Es bezeichne in Fig. 709:
$P$ den Kolbendruck in kg,
$M_b = Pl$ das Biegungsmoment in cmkg,
$M_d = Pr$ das Drehungsmoment in cmkg,
$k$ die Beanspruchung des Materials pro qcm,
so ist das **ideelle Biegungsmoment:**

$$(M_b)i = 0{,}625\, M_b + 0{,}6\, M_d = Wk \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1).$$

Beispiel:

Für Maschine: $D = 40$ cm $H = 70$ cm $l = 32$ cm ist bei $p = 6$ Atm. $P = 7360$ kg, also:

$$(M_b)i = 0{,}625 \cdot 7360 \cdot 32 + 0{,}6 \cdot 7360 \cdot 35 = 301760 \text{ cmkg}.$$

Die Beanspruchung pro qcm $k = 800$ kg genommen ergiebt als Widerstandsmoment:

$$W = 0{,}1\, d^3 = \frac{301760}{800} = 377{,}2$$

woraus $d = 15{,}5 = \sim 16$ cm.

In Bezug auf das **Heisslaufen** ist es vorteilhaft, das Lager dünn und lang zu machen; häufig wird jedoch die zulässige Grenze überschritten und die Kurbelwelle **federt während des Betriebes,** in diesem Falle ist das Warmlaufen des Lagers fast unvermeidlich.

Man nehme als Verhältnis $\frac{b}{d} = 1{,}5$—$1{,}8$.

Bedeutet:

$v = \frac{d\,\pi\,n}{100 \cdot 60}$ die Umfangsgeschwindigkeit in m pro Sec.

$p = \frac{P}{d\,b}$ der Maximal-Flächendruck pro qcm ($d$ u. $b$ in cm),

so sei beim **Kurbelwellenlager:**

$$p \leqq 19$$

$$p \cdot v \leqq 18 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2).$$

Für obiges Beispiel wäre, wenn $n = 85$, $b = 25$ cm,

$$v = \frac{0{,}16 \cdot 3{,}14 \cdot 85}{60} = \sim 0{,}8$$

$$p = \frac{7360}{16 \cdot 25} = \sim 19$$

also $v \cdot p = 0{,}8 \cdot 19 \sim 15$.

(Das Warmlaufen des Lagers kann aus sehr verschiedenen Ursachen entstehen, man findet Kurbelwellenlager, welche den Wert $p \,.\, v$ bis zu 100 aufweisen und doch nicht heiss laufen, ebenso Lager, bei denen $p \,.\, v$ unter 10 beträgt und die nicht kalt zu halten sind.)

# Die Kurbelwelle.

Material: Feinkorneisen oder Stahl.

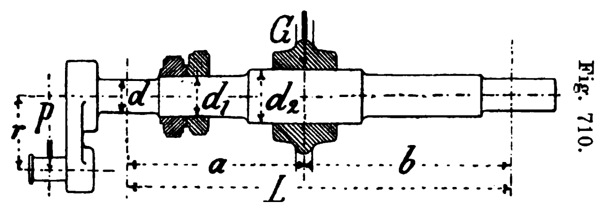



Fig. 710.

Ist die Stärke $d$ des Kurbelwellenlagers nach Seite 166 bestimmt, so nehme man Fig. 710

$$d_1 = 1{,}15\,d;\ d_2 = 1{,}4\,d.$$

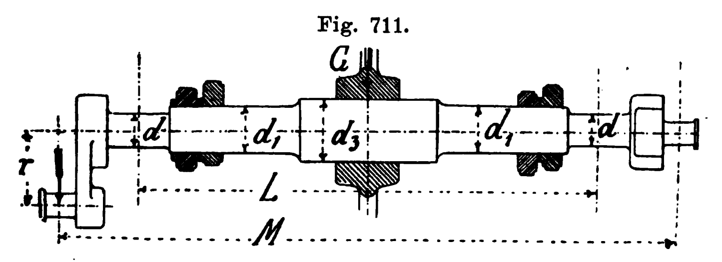
Unter normalen Verhältnissen beträgt dann die **Beanspruchung** bei $d_2$ ca. 200—400 kg pro qcm.

$G$ sei das Gewicht des Schwungrades in kg, so ist das ideelle Biegungsmoment für $d_2$:

$$(M_b)i = Wk = 0{,}625\,G\,\frac{a\,b}{L} + 0{,}6\,Pr \quad \ldots \ldots \quad (3).$$

# Achsen für Zweicylinder-Maschinen.

Fig. 711.




**Achsen für Zweicylinder-Maschinen.** Fig. 711.

**Tabelle 87.** mm.

| Hub $H$ | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $M$ | 2100 | 2300 | 2500 | 2700 | 2850 | 3000 | 3200 |
| $L$ | 1670 | 1820 | 1940 | 2060 | 2130 | 2200 | 2300 |

Die Kurbelachsen für **Zwillings- und Compound-Maschinen** erhalten meist dieselben Zapfenstärken $d$ als die Eincylinder-Maschinen, der Durchmesser in der Mitte $d_3 = 1{,}3$ bis $1{,}5\,d$.

# Die gekröpfte Kurbelwelle.

Material: **geschmiedet** oder von Rundeisen gebogen.

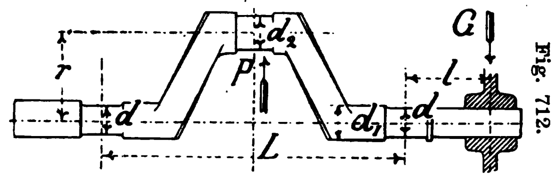



Fig. 712.

Die **Zapfendurchmesser** $d$ werden für die ganze Maschinenleistung $N$ berechnet.

Es ist für $d$

$$(M_b)i = Wk = 0{,}625\,G\,l + 0{,}6\,Pr \quad \ldots\ldots \quad (4).$$

und für $d_2$

$$M_b = \frac{PL}{4} \quad \ldots\ldots \quad (5).$$

Bei kleinen Maschinen wird $d_1 = 1{,}1\,d$; $d_2 = 1{,}2\,d$.
In Bezug auf Warmlaufen gelte Gleichung 2.

# Die Treibstange.

Material: Schmiedeeisen.

Querschnitt des Schaftes **rund** oder flach, Fig. 713—714.

$P$ Kolbendruck in kg,
$l$ Länge der Treibstange in cm,
$d$ Durchmesser des runden Schaftes in der Mitte in cm,
$m$ Sicherheitsgrad, s. Tab. 88,

so ist:

$$d = 0{,}32\sqrt[4]{m\,Pl^2} \quad \ldots\ldots \quad (6).$$




Fig. 713—714.

## Sicherheitsgrad m.

### Tabelle 88.

| Kolbengeschw. $c =$ | 1 | 2 | 3 | 4 m pro Sec. |
|---|---|---|---|---|
| Sicherheitsgrad $m =$ | 30 | 20 | 15 | 10 |

Bei Schiffsmaschinen und Locomotiven findet sich häufig $m = 6$ bis 10.

Der Durchmesser der Treibstange am Kreuzkopfende wird 0,7 $d$, am Kurbelende 0,8 $d$.

# Der flache Querschnitt der Treibstange.

Sind in Fig. 714 $b$ und $h$ die Breite und Höhe des flachen Querschnittes, so kann nach Tab. 89 der runde Querschnitt in einen rechteckigen verwandelt werden.

## Umwandlung des runden Querschnittes in den rechteckigen. Fig. 713—714.

### Tabelle 89.

| $\frac{h}{b}$ | 1,5 | 1,75 | 2 | 2,25 | 2,5 |
|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{b}{d}$ | 0,79 | 0,76 | 0,74 | 0,72 | 0,7 |
| $\frac{h}{d}$ | 1,19 | 1,33 | 1,48 | 1,62 | 1,75 |

Beispiel:

Eine Dampfmaschine hat $P = 7000$ kg Kolbendruck, die Treibstange ist $l = 180$ cm lang, die Kolbengeschwindigkeit $c = 2$ m pro Sec.

Für den kreisförmigen Querschnitt ergiebt sich:

$$d = 0{,}32 \sqrt[4]{20 \cdot 7000 \cdot 180^2} = 8{,}2 \text{ cm.}$$

Für den rechteckigen Querschnitt mit dem Verhältnis $h : b = 1{,}75$ ist nach Tabelle: $\frac{b}{d} = 0{,}76$ also

$$b = 0{,}76 \cdot 8{,}2 = 6{,}2 \text{ cm}, \quad h = 1{,}33 \cdot 8{,}2 = 10{,}9 \text{ cm.}$$

## Der Kurbelzapfen.

Material: Stahl; Lager: Rotguss oder Weissguss.

$d$ Durchmesser des Kurbelzapfens in cm,
$b$ Länge des Kurbelzapfens in cm,
$P$ Maximalkolbendruck in kg,
so ist:

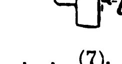


Fig. 715.

$$M_b = P \frac{b}{2} = W k = 0{,}1\, d^3 k \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7).$$

Die Beanspruchung $k$ kann $= 500$—$800$ kg pro qcm angenommen werden.

Um das **Warmlaufen** zu vermeiden, macht man den Kurbelzapfen gewöhnlich grösser, als es die Rechnung auf Festigkeit ergiebt.

Es sei wieder:

$p = \frac{P}{d\, b}$ der Flächendruck pro qcm in kg,

$v = \frac{d \pi n}{100 \cdot 60}$ die Umfangsgeschwindigkeit des Zapfens in m pro Sec.

so sei: $p \leqq 80$

und $\quad v p \leqq 32 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8).$

# Der Kreuzkopfbolzen.

Material: Stahl; Lager: Rotguss.

Der Kreuzkopfbolzen bietet, auf Flächendruck berechnet, hinreichende Festigkeit.

Der Maximal-Flächendruck kann hier zu $p = 110$ kg pro qcm angenommen werden.

Ist die Treibstange gegabelt, so wird $b = 2\,d$, bei gegabeltem Kreuzkopf dagegen $b = 1{,}25\,d$.

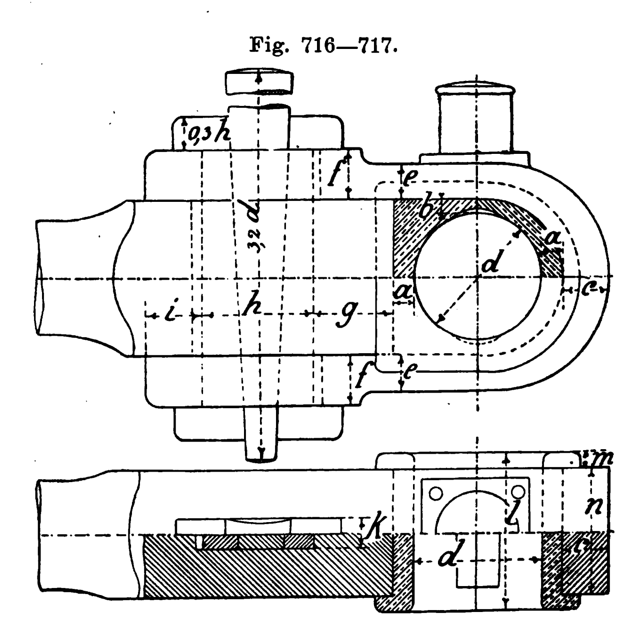
# Der Treibstangenkopf.

Es ist wichtig, dafür Sorge zu tragen, dass die Schalen an den Teilstellen oben und unten, Fig. 716 und 719, nicht anliegen. Die Schalen für grössere Zapfen bohrt man deshalb etwas weiter, als der Durchmesser des Zapfens beträgt.

Nachstehend:

Offener Treibstangenkopf mit Kappe, Fig. 716—717.
" " sog. Schiffskopf, Fig. 718—720.

Fig. 716—717.



## Offener Schubstangenkopf mit Kappe. Fig. 716—717.

**Tabelle 90.** mm.

| Zapfen *d* | Zapfen *l* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *m* | *n* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50 | 65 | 9 | 6 | 24 | 15 | 20 | 24 | 42 | 23 | 12 | 7,5 | 50 |
| 60 | 75 | 10 | 6 | 25 | 16 | 24 | 30 | 48 | 26 | 13 | 7,5 | 60 |
| 70 | 85 | 12 | 7 | 28 | 19 | 27 | 36 | 54 | 30 | 15 | 7,5 | 70 |
| 80 | 100 | 13 | 8 | 31 | 22 | 30 | 42 | 60 | 35 | 17 | 10 | 80 |
| 90 | 115 | 14 | 9 | 34 | 25 | 33 | 48 | 70 | 40 | 20 | 12,5 | 90 |
| 100 | 130 | 15 | 10 | 37 | 28 | 36 | 54 | 80 | 45 | 23 | 15 | 100 |
| 110 | 140 | 16 | 10 | 40 | 30 | 40 | 60 | 90 | 50 | 26 | 15 | 110 |
| 120 | 150 | 18 | 11 | 44 | 32 | 44 | 65 | 100 | 55 | 28 | 15 | 120 |
| 130 | 165 | 20 | 12 | 48 | 35 | 48 | 70 | 110 | 60 | 30 | 15 | 135 |
| 140 | 180 | 21 | 12 | 54 | 38 | 52 | 75 | 120 | 65 | 32 | 15 | 150 |
| 150 | 190 | 22 | 13 | 60 | 41 | 56 | 80 | 130 | 70 | 34 | 16 | 158 |
| 160 | 205 | 23 | 14 | 66 | 44 | 60 | 85 | 140 | 75 | 36 | 16 | 173 |
| 170 | 220 | 24 | 15 | 72 | 46 | 64 | 90 | 150 | 80 | 38 | 16 | 183 |
| 180 | 230 | 26 | 16 | 78 | 48 | 68 | 95 | 160 | 85 | 40 | 18 | 194 |
| 190 | 240 | 28 | 16 | 84 | 50 | 72 | 100 | 170 | 90 | 42 | 18 | 204 |
| 200 | 250 | 30 | 17 | 90 | 52 | 76 | 105 | 180 | 95 | 44 | 18 | 214 |

Normalien des **geschlossenen Treibstangenkopfes** s. Tab. 32.

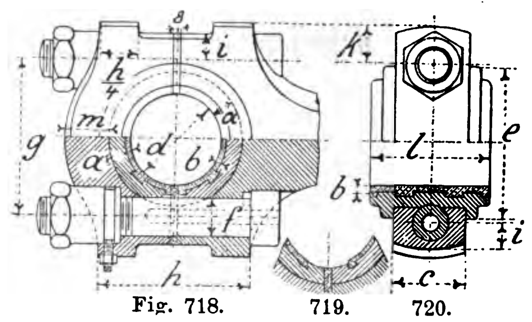



Fig. 718. 719. 720.

## Offener Treibstangenkopf, Fig. 718—720, sogen. Schiffskopf.

### Tabelle 91. mm.

| Zapfen | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *d* | *l* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g*=*h* | *i* | *k* | *m* |
| 50 | 65 | 16 | 4 | 50 | 110 | 28 | 110 | 18 | 28 | 30 |
| 60 | 75 | 16 | 5 | 55 | 120 | 30 | 120 | 20 | 30 | 34 |
| 70 | 85 | 18 | 5 | 60 | 125 | 32 | 130 | 23 | 35 | 38 |
| 80 | 100 | 18 | 5 | 70 | 140 | 36 | 145 | 27 | 40 | 42 |
| 90 | 115 | 20 | 5 | 80 | 155 | 40 | 162 | 29 | 43 | 46 |
| 100 | 130 | 20 | 6 | 85 | 170 | 44 | 180 | 32 | 47 | 50 |
| 110 | 140 | 22 | 6 | 95 | 185 | 48 | 195 | 37 | 52 | 55 |
| 120 | 150 | 22 | 6 | 100 | 195 | 52 | 210 | 42 | 57 | 60 |
| 130 | 165 | 24 | 7 | 110 | 215 | 56 | 230 | 42 | 60 | 65 |
| 140 | 180 | 26 | 7 | 120 | 230 | 60 | 245 | 45 | 65 | 70 |
| 150 | 190 | 28 | 7 | 125 | 240 | 65 | 260 | 50 | 70 | 75 |
| 160 | 205 | 30 | 8 | 135 | 260 | 70 | 280 | 52 | 72 | 80 |
| 180 | 230 | 32 | 8 | 150 | 290 | 80 | 315 | 57 | 80 | 90 |
| 200 | 250 | 35 | 8 | 170 | 310 | 85 | 345 | 67 | 90 | 100 |

# Kolbenstange, Kurbelwellenlager, Kurbelzapfen und Kreuzkopfbolzen

für Maschinen von $6^1/_2$ bis $7^1/_2$ Atm. Überdruck.

**Tabelle 92.** mm.

| Maschine | | | | | Kolb.-stange | Kurbel-wellenlag. | | Kurbel-zapfen. | | Kreuzkopf-bolzen. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *n* | *c* | *Ne* | *d* | *d* | *l* | *d* | *l* | *d* | *l* |
| **200** | **150** | 200 | 1,33 | 6 | 28 | — | — | — | — | 40 | 50 |
| **300** | **200** | 150 | 1,50 | 10 | 36 | — | — | — | — | 45 | 60 |
| **400** | **250** | 120 | 1,60 | 15 | 43 | 110 | 180 | 65 | 80 | 50 | 70 |
| **500** | **300** | 106 | 1,70 | 25 | 50 | 130 | 210 | 70 | 90 | 60 | 80 |
| **600** | **350** | 95 | 1,90 | 40 | 55 | 150 | 240 | 80 | 105 | 70 | 90 |
| **700** | **400** | 85 | 1,98 | 55 | 60 | 175 | 270 | 95 | 115 | 80 | 100 |
| **800** | **450** | 77 | 2,05 | 75 | 65 | 200 | 300 | 105 | 130 | 90 | 110 |
| **900** | **500** | 70 | 2,10 | 90 | 70 | 225 | 330 | 120 | 145 | 100 | 120 |
| **1000** | **550** | 65 | 2,16 | 110 | 80 | 250 | 370 | 130 | 160 | 110 | 130 |
| **1100** | **600** | 60 | 2,20 | 140 | 95 | 280 | 420 | 145 | 180 | 125 | 145 |
| **1200** | **700** | 57 | 2,28 | 200 | 110 | 310 | 470 | 160 | 200 | 140 | 160 |
| **1400** | **800** | 53 | 2,47 | 280 | 130 | 350 | 530 | 190 | 230 | 160 | 180 |
| **1600** | **900** | 50 | 2,66 | 380 | 150 | 390 | 600 | 220 | 260 | 180 | 200 |
| **1800** | **1000** | 47 | 2,82 | 520 | 170 | 430 | 650 | 240 | 290 | 200 | 230 |
| **2000** | **1100** | 45 | 3,00 | 670 | 190 | 470 | 720 | 260 | 330 | 220 | 260 |

Für diese Zapfendimensionen passt der **Rahmen** Tabelle 99, Kurbelwellenlager von Gusseisen mit Weissgussfutter.

# Kurbelwellenlager, Kurbelzapfen, Kreuzkopfbolzen.

Die oberen Maasse gelten für Maschinen bis $7\frac{1}{2}$ Atm. Überdruck.
„ unteren „ „ „ „ „ 6 „ „

**Die Längen der Lagerläufe und das Maass x** Fig. 721 **sind constant gewählt, um dasselbe Rahmenmodell benutzen zu können.**

**Tabelle 93.** mm.

| Cylind.-Durchm. | Kurbelwellen-lager. | | Kurbelzapfen | | Kreuzkopf-bolzen. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D$ | $d_1$ | $l_1$ | $d_2$ | $l_2$ | $d_3$ | $l_3$ | $x = 0{,}9\,(l_1 + l_2)$ |
| **250** | **110** | **180** | **65** | **80** | **50** | **70** | 230 |
| | 100 | 180 | 55 | 80 | 50 | 70 | |
| **300** | **130** | **210** | **70** | **90** | **55** | **80** | 270 |
| | 115 | 210 | 65 | 90 | 55 | 80 | |
| **350** | **160** | **240** | **80** | **105** | **65** | **90** | 310 |
| | 130 | 240 | 75 | 105 | 65 | 90 | |
| **400** | **175** | **270** | **95** | **115** | **75** | **100** | 350 |
| | 150 | 270 | 85 | 115 | 75 | 100 | |
| **450** | **190** | **300** | **105** | **130** | **85** | **110** | 390 |
| | 170 | 300 | 95 | 130 | 85 | 110 | |
| **500** | **220** | **330** | **120** | **145** | **90** | **120** | 430 |
| | 190 | 330 | 105 | 145 | 90 | 120 | |
| **550** | **250** | **370** | **130** | **160** | **100** | **130** | 470 |
| | 210 | 370 | 115 | 160 | 100 | 130 | |

Fig. 721.

Die Zapfendimensionen der in **Abschnitt III** behandelten **Normalien** sind für einen Dampfdruck von $5\frac{1}{2}$ — 6 Atm. Überdruck bestimmt. Bei Neuanfertigung von Modellen ist es zu empfehlen, auf hohen Dampfdruck, also auch auf grössere Zapfendimensionen nach Tabelle 92 oder 93 Rücksicht zu nehmen.

Tabellen 94, 95 und 96 zeigen die Dimensionen von

# Kolbenstangen, Kurbelwellenlagern, Kurbelzapfen und Kreuzkopfbolzen

der Specialfabriken für Dampfmaschinen von

**Ph. Swiderski** in Leipzig-Plagwitz, **E. Leutert** in Halle a/S., **Arndt & Marichal** in Aachen.

## Ph. Swiderski, Leipzig-Plagwitz, für Hochdruckmaschinen.

Tabelle 94. mm.

| Maschine | | Kolbenstange | | Kurbelwellenlager | | Kurbelzapfen | | Kreuzkopfbolzen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $D$ | vorn | hint. | $d_1$ | $l_1$ | $d_2$ | $l_2$ | $d_3$ | $l_3$ |
| **400** | **250** | 40 | — | 100 | 170 | 50 | 70 | 44 | 72 |
| **500** | **300** | 45 | — | 115 | 190 | 60 | 80 | 48 | 76 |
| **600** | **350** | 50 | 45 | 135 | 220 | 70 | 90 | 56 | 88 |
| **700** | **400** | 55 | 50 | 160 | 270 | 90 | 110 | 68 | 102 |
| **800** | **450** | 60 | 50 | 190 | 330 | 106 | 130 | 80 | 118 |
| **900** | **500** | 70 | 60 | 220 | 380 | 120 | 146 | 92 | 114 |
| **1000** | **550** | 75 | 65 | 240 | 410 | 130 | 160 | 104 | 150 |
| Material der Lager. | | | | Weissmetall. | | Phosphorbronce. | | | |

## E. Leutert, Halle a/S., für Maschinen von 6—8 Atm. Überdruck.

Tabelle 95.

| $H$ | $D$ | vorn | hint. | $d_1$ | $l_1$ | $d_2$ | $l_2$ | $d_3$ | $l_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **400** | **250** | 45 | 38 | 125 | 180 | 70 | 70 | 55 | 70 |
| **500** | **300** | 55 | 40 | 150 | 210 | 75 | 90 | 60 | 75 |
| **600** | **350** | 60 | 60 | 165 | 230 | 80 | 96 | 65 | 80 |
| **700** | **400** | 65 | 65 | 185 | 250 | 88 | 98 | 70 | 88 |
| **800** | **450** | 70 | 70 | 195 | 280 | 98 | 100 | 80 | 100 |
| **900** | **500** | 80 | 75 | 210 | 300 | 110 | 120 | 90 | 110 |
| **1000** | **550** | 90 | 85 | 240 | 350 | 125 | 150 | 100 | 130 |
| **Material der Lager.** | | | | Phosphorbronce. | | | | | |

**Maschinen bis 6 Atm. Überdruck erhalten etwas kleinere Zapfendurchmesser. Die Länge $l$ der Lagerläufe bleibt jedoch dieselbe.**

## Arndt & Marichal, Aachen, für Hochdruckdampfmaschinen von 6—7 Atm. Überdruck.

Tabelle 96.

| $H$ | $D$ | vorn | hint. | $d_1$ | $l_1$ | $d_2$ | $l_2$ | $d_3$ | $l_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **400** | **250** | 43 | 43 | 115 | 210 | 64 | 84 | 50 | 66 |
| **500** | **300** | 46 | 37 | 120 | 240 | 75 | 92 | 52 | 90 |
| **600** | **350** | 60 | 44 | 140 | 250 | 86 | 110 | 60 | 100 |
| **700** | **400** | 65 | 48 | 170 | 290 | 100 | 125 | 72 | 120 |
| **800** | **450** | 70 | 52 | 200 | 330 | 120 | 250 | 85 | 130 |
| **Material der Lager.** | | | | Phosphorbronce. | | | | | |

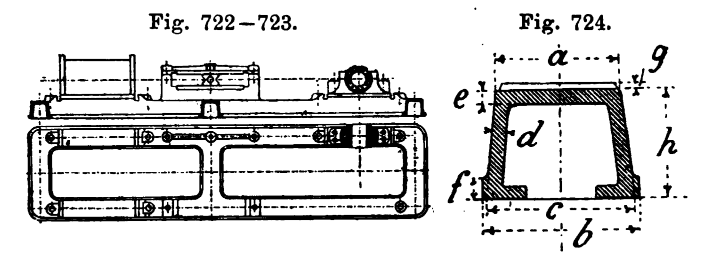
# Der Fundament-Rahmen.

Mit Festigkeitsrechnung ist zur Bestimmung der Dimensionen des Rahmens nicht weit zu kommen, letztere haben sich durch Erfahrungen von selbst ergeben.

Die Dimensionen für den Bajonettrahmen bis 1000 Hub sind in Tab. 24 enthalten.

Tab. 97. **U förmiger Rahmen** (s. auch Seite 20).
Tab. 99. Sehr solider Rahmen mit **Rundführung.**

Fig. 722—723. Fig. 724.

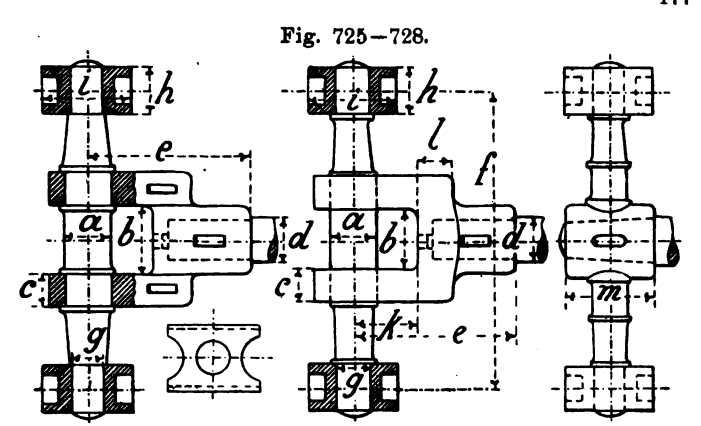



## Fundament-Rahmen, Fig. 722—724, mit U förmigem Querschnitt.

**Tabelle 97.** mm.

| Maschine. | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *h* | *b* | *a* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* |
| **400** | **250** | 160 | 140 | 110 | 125 | 18 | 18 | 20 | 5 |
| **600** | **350** | 210 | 180 | 140 | 160 | 20 | 20 | 25 | 8 |
| **800** | **450** | 260 | 220 | 170 | 200 | 23 | 22 | 30 | 10 |
| **1000** | **550** | 310 | 260 | 220 | 235 | 26 | 24 | 35 | 10 |
| **1200** | **700** | 350 | 300 | 235 | 270 | 28 | 26 | 40 | 15 |
| **1400** | **800** | 400 | 340 | 260 | 300 | 30 | 28 | 45 | 15 |
| **1600** | **900** | 450 | 380 | 290 | 325 | 32 | 30 | 50 | 15 |
| **1800** | **1000** | 500 | 420 | 320 | 370 | 34 | 32 | 60 | 20 |
| **2000** | **1100** | 550 | 450 | 350 | 400 | 36 | 34 | 70 | 20 |

Fig. 725—728.

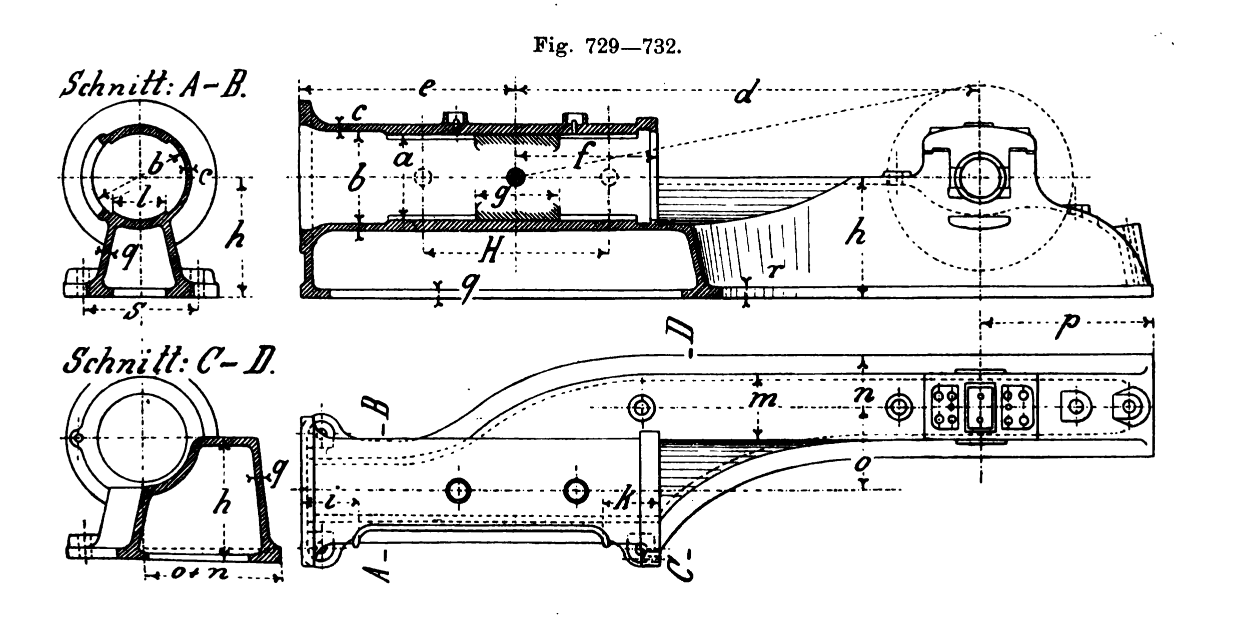



**Querhaupt,** Fig. 725—728, (passend zum Rahmen S. 176).

**Tabelle 98.** mm.

| Maschine | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *d* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* |
| **400** | **250** | 50 | 60 | 80 | 45 | 220 | 400 | 40 | 60 | 120 | 85 | 40 | 120 |
| **500** | **300** | 55 | 68 | 90 | 50 | 245 | 490 | 45 | 75 | 150 | 93 | 44 | 130 |
| **600** | **350** | 65 | 75 | 100 | 55 | 270 | 540 | 50 | 90 | 180 | 100 | 52 | 140 |
| **700** | **400** | 70 | 82 | 105 | 60 | 295 | 600 | 55 | 115 | 210 | 107 | 56 | 165 |
| **800** | **450** | 75 | 90 | 115 | 65 | 320 | 650 | 60 | 130 | 240 | 115 | 60 | 175 |
| **900** | **500** | 80 | 100 | 125 | 70 | 350 | 700 | 65 | 150 | 270 | 125 | 64 | 190 |
| **1000** | **550** | 90 | 110 | 130 | 75 | 380 | 750 | 70 | 170 | 300 | 135 | 72 | 210 |
| **1200** | **700** | 110 | 135 | 160 | 85 | 470 | 800 | 85 | 190 | 340 | 160 | 88 | 250 |
| **1400** | **800** | 130 | 160 | 190 | 95 | 560 | 900 | 100 | 210 | 380 | 185 | 104 | 310 |
| **1600** | **900** | 150 | 185 | 220 | 110 | 650 | 1050 | 115 | 240 | 420 | 210 | 120 | 370 |
| **1800** | **1000** | 175 | 210 | 250 | 125 | 750 | 1300 | 130 | 270 | 460 | 235 | 140 | 430 |
| **2000** | **1100** | 200 | 240 | 280 | 140 | 850 | 1500 | 150 | 300 | 500 | 265 | 160 | 500 |

Fig. 729—732.



## Rahmen ganz aufliegend mit Rundführung. Fig. 729—732.

### Tabelle 99. mm.

| Maschine | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *H* | *D* | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* | *s* |
| **400** | **250** | 220 | 240 | 15 | 1050 | 570 | 320 | 220 | 350 | 140 | 125 | 110 | 145 | 180 | 230 | 430 | 18 | 20 | 430 |
| **600** | **350** | 300 | 325 | 18 | 1530 | 750 | 480 | 300 | 475 | 190 | 160 | 155 | 200 | 220 | 310 | 600 | 20 | 25 | 490 |
| **800** | **450** | 380 | 410 | 21 | 2000 | 921 | 620 | 370 | 600 | 220 | 185 | 200 | 240 | 260 | 380 | 770 | 23 | 30 | 550 |
| **1000** | **550** | 480 | 510 | 23 | 2500 | 1115 | 760 | 440 | 700 | 260 | 210 | 240 | 300 | 300 | 480 | 940 | 26 | 35 | 625 |
| **1200** | **700** | 580 | 615 | 26 | 3000 | 1300 | 900 | 510 | 800 | 285 | 230 | 280 | 380 | 340 | 590 | 1110 | 28 | 40 | 700 |
| **1400** | **800** | 670 | 705 | 29 | 3500 | 1440 | 1050 | 680 | 900 | 310 | 250 | 320 | 440 | 380 | 680 | 1280 | 30 | 50 | 775 |
| **1600** | **900** | 770 | 810 | 32 | 4000 | 1570 | 1200 | 750 | 1000 | 335 | 275 | 360 | 500 | 420 | 770 | 1450 | 32 | 60 | 850 |
| **1800** | **1000** | 860 | 900 | 34 | 4400 | 1690 | 1350 | 820 | 1050 | 360 | 295 | 430 | 550 | 460 | 840 | 1720 | 34 | 70 | 925 |
| **2000** | **1100** | 960 | 1000 | 36 | 4800 | 1800 | 1500 | 900 | 1100 | 380 | 320 | 500 | 620 | 500 | 940 | 1800 | 36 | 80 | 1000 |

Die Rahmen von 1400 Hub aufwärts erh. 9—10 Fundamentanker. Die Dimensionen des Kurbellagers hierzu s. Tab. 92.

# Die Kolbenstange.

Material: Stahl.

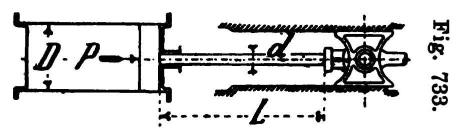



Fig. 733.

Das eine Ende kann als fest eingeklemmt betrachtet werden, dann ist für Zerknickungsfestigkeit:

$$P = 20 \frac{EJ}{mL^2}; \quad J = \frac{d^4 \pi}{64}; \quad E = 2000000$$

$$d = 0{,}084 \sqrt[4]{PmL^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9).$$

Durchschnittlich kann $m = 25$ gesetzt werden, dann ist

$$d = 0{,}6 \sqrt[4]{PL^2}.$$

Nach einer anderen bewährten Regel wird $d = \frac{1}{6} - \frac{1}{7}$ vom Cylinderdurchmesser.

Beispiel:

Für Maschine $D = 40$ cm $H = 70$ cm ist bei 6 Atm. $P = 7300$ $L = 100$ cm

$$d = 0{,}6 \sqrt[4]{7300 \cdot 100^2} = \sim 6{,}0 \text{ cm}.$$

**Keilverbindungen der Kolbenstange mit dem Kreuzkopf** s. Abschnitt „Verschiedene Normalien".

# Der Dampfkolben.

Die **Höhe** $b$ **der Kolbenringe** findet man sehr verschieden, nach Reulaux ist:

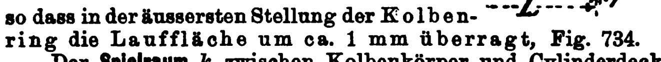
$$b = 18 \sqrt[4]{D} - 3$$

Maasse in mm.

Die **Lauflänge** $L$ des Cylinders wird

$$L = H + b - 2 \text{ mm} \quad . \quad . \quad . \quad (10),$$

Fig. 734.



so dass in der äussersten Stellung der Kolbenring die Lauffläche um ca. 1 mm überragt, Fig. 734.

Der **Spielraum** $k$ zwischen Kolbenkörper und Cylinderdeckel kann aus folgender Tabelle entnommen werden.

## Kolbenspiel *k*. Fig. 734.

### Tabelle 100. mm.

| Hub . . $H$ | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kolbenspiel $k$ | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

# Der Dampfcylinder.

Material: Gusseisen.

**Wandstärke** des Dampfcylinders: $\delta = 2 + \frac{D}{100}$ in cm . (11).

Flanschenstärke: . . . . $f = 1{,}25\,\delta$.

## Der Cylinderdeckel.

Wandstärke: $\delta = 0{,}4\,D\sqrt{\frac{p}{k}}$ . . . . . . . . . . . (12).

Beanspruchung: $k = \frac{0{,}16\,D^2 p}{\delta^2}$.

$D$ Lochkreisdurchmesser in cm, $\delta$ Wandstärke in cm, $k$ Beanspruchung pro qcm, $p$ Dampfdruck in Atm. Überdruck.

Beispiel:

Es sei: $D = 60$ cm, $p = 6$ Atm., $k = 350$ kg, so wird:

$$\delta = 0{,}4 \cdot 60\sqrt{\frac{6}{350}} = 3{,}1 \text{ cm}.$$

Bei Versteifung durch Rippen könnte die Wandstärke um ein Geringes vermindert werden.

Anzahl und Durchmesser der **Deckelschrauben** sowie Dimensionen der Dichtungsleiste können aus der Normal-Rohr-Tabelle entnommen werden.

# Der Schieberkasten und Schieberkastendeckel.

Material: Gusseisen.

Als fest eingeklemmte Platten zu betrachten.

Wandstärke: $\delta = 0{,}5\,l\sqrt{\frac{p}{k}\frac{b}{l}}$ . (13).

Beanspruchung: $k = 0{,}25\frac{p\,b\,l}{\delta^2}$.

Maasse in cm; $p$ in Atm.

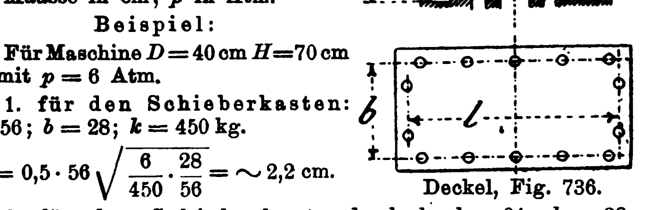
Beispiel:

Für Maschine $D = 40$ cm $H = 70$ cm ist mit $p = 6$ Atm.

1. für den Schieberkasten: $l = 56$; $b = 28$; $k = 450$ kg.

$$\delta = 0{,}5 \cdot 56\sqrt{\frac{6}{450}\cdot\frac{28}{56}} = \sim 2{,}2 \text{ cm}.$$

Schieberkasten, Fig. 735.




Deckel, Fig. 736.

2. für den Schieberkastendeckel: $l = 64$; $b = 38$; $k = 450$.

$$\delta = 0{,}5 \cdot 64\sqrt{\frac{6}{450}\cdot\frac{38}{64}} = \sim 2{,}8 \text{ cm}.$$

Werden **Rippen** zur Versteifung angewandt, so kann $\delta$ etwas verkleinert werden.

Es ist ratsam, den Schieberkasten bei Maschinen von 900 Hub aufwärts nicht anzugiessen, sondern anzuschrauben (s. Fig. 483—485).

# Das Dampfhemd

Die Anwendung eines Dampfhemdes, Fig. 483—485, ist immer zu empfehlen, dasselbe ist günstig für den **Dampfverbrauch**, verhindert die Bildung von **Condensationswasser** während des Betriebes und erleichtert das **Anwärmen** des Cylinders vor dem Inbetriebsetzen der Dampfmaschine.

## Mehrkosten der Maschinen durch Anwendung eines Dampfmantels.

Tabelle 101.

| Cylinderdurchmesser . | 200 | 300 | 400 | 500 |
|---|---|---|---|---|
| Mark . . . . . . . | 170 | 230 | 320 | 430 |

## Der Schutzmantel (Umkleidung) um den Dampfcylinder.

Material: Eisenblech, Stahlblech oder Holz.

Blechstärke des Mantels 1—$1^1/_2$ mm.

Entfernung der $^5/_{16}''$ Befestigungsschräubchen ca. 80 mm.

Der Raum zwischen Mantel und Cylinder wird mit einem schlechten Wärmeleiter ausgefüllt.

## Der Fuss des Dampfcylinders.

Behufs Ausgleichung der **Ausdehnung** des Cylinders durch die Wärme, wenden einige Constructeure bei Maschinen von 600 Hub aufwärts eine **Schlittenführung** unter dem Cylinderfuss an (Fig. 737). Man will eine Verbiegung des Cylinders und der Geradführung bei fest verankertem Cylinderfuss beobachtet haben als Folge der Ausdehnung durch die Wärme.

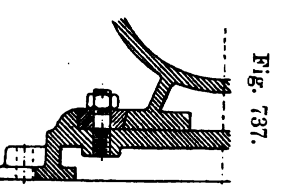


Fig. 737.

## Differenz der Cylinderlängen in kaltem und warmem Zustand (Mittelwerte).

Tabelle 102.

| Kolbenhub . . . . mm | 400 | 600 | 800 | 1000 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ausdehnung . . . . mm | 0,5 | 0,8 | 1,1 | 1,6 | 3,5 |

# Die Dampfkanäle.

$a\,b$ Querschnitt des Kanals im Schieberspiegel in qcm.

$a_I\,b$ „ „ Durchlasskanales im Grundschieber in qcm.

$c$ Kolbengeschwindigkeit in m pro Sec.

$v$ mittlere Dampfgeschwindigkeit in m pro Sec.

$F$ Querschnitt des Dampfcylinders in qcm.

Meistens findet man:

$$a\,b = \frac{F\,c}{v} = \frac{F\,c}{30} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14).$$

Also $v = 30$ m **mittlere Dampfgeschwindigkeit.**

Je kleiner der Füllungsgrad, desto kleiner kann die mittlere Dampfgeschwindigkeit für den Dampfeintritt genommen werden, also desto kleiner kann der Querschnitt $a_I\,b$ des **Durchlasskanales** und der der Frischdampf-Rohrleitung genommen werden.

$d_I^2 \frac{\pi}{4}$ sei der Querschnitt der Frischdampf-Leitung in qcm.

$d^2 \frac{\pi}{4}$ „ „ „ „ Abdampf-Leitung „ „

## Kanal- und Rohr-Querschnitte.

### Tabelle 103.

| Dampfeintritt | | Dampfaustritt |
|---|---|---|
| Füllung bis 0,2 | Füllung 0,2—1,0 | Auspuff-Maschinen $d^2 \frac{\pi}{4} = \frac{F\,c}{25}$ |
| $a_I\,b = d_I^2 \frac{\pi}{4} = \frac{F\,c}{40}$ <br> $a\,b = \frac{F\,c}{30}$ | $a_I\,b = ab = d_I^2 \frac{\pi}{4}$ <br> $= \frac{F\,c}{30}$ | Condens.-Masch. $d^2 \frac{\pi}{4} = \frac{F\,c}{20}$ |

Die **Maximal**-Dampfgeschwindigkeit ist $v \cdot \frac{\pi}{2}$, dieselbe tritt bei 0,5 Füllung ein und kann bis 70 m pro Sec. betragen, ohne merklichen Druckverlust zu erzeugen.

Die **Kanalbreite** $b$ macht man so breit, wie es eben die Cylinder-Construction gestattet, im Durchschnitt:

$b = 0{,}6 - 0{,}7\,D$ bei gewöhnlichen Maschinen.

$b = 0\,8\,D$ bei Maschinen mit Coulissensteuerung.

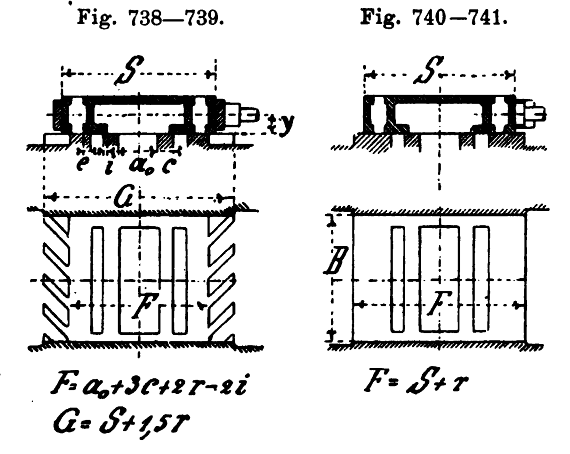
## Die Schieberführung.

Der **Angriff** der Schieberstange hat möglichst nahe am Schieberspiegel zu erfolgen, da andernfalls im Laufe der Zeit der Schieberspiegel eine Wölbung bekommen kann. Letzteres wird natürlich um so eher geschehen, je kürzer die Lauflänge $F$, Fig. 738—741, im Verhältnis zur Schieberlänge $S$ ist, also je mehr der Schieber am Ende seines Hubes überläuft.

Um nun den Schieber möglichst zu **entlasten**, und doch eine lange Lauflänge zu haben, wendet man häufig die in Fig. 738 bis 739 dargestellte **Gitterconstruction** an.

Zur Erzielung eines möglichst kleinen Wertes von $y$ eignet sich am besten der Anschluss der Schieberstange mittelst **Hammerkopf**, oder die Anwendung von **Schieberrahmen**, Tab. 104.

Fig. 738—739. Fig. 740—741.

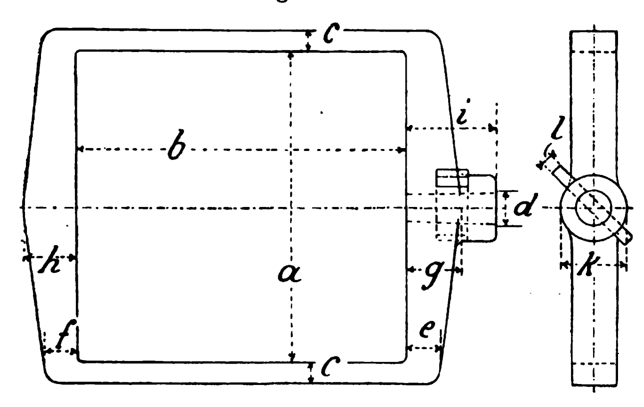



## Die Entlastung der Flachschieber.

Entlastung der Flachschieber wird selten angewandt und sind dem Verfasser wirklich gut functionierende Constructionen nicht bekannt. Eine, bei grossen Schiffsmaschinen häufig angewandte, Entlastung geschieht in der Weise, dass ein kreisförmiger Teil des Schiebers abgedichtet ist, indem ein Ring aus Rotguss auf der bearbeiteten Fläche des Schieberrückens gleitet; dieser Metallring wird von einem schmiedeeisernen Ring gefasst, welcher seine Führung in einer Nuth des Schieberkastendeckels hat und von aussen unter Zwischenlage eines zweiten schmiedeeisernen und eines Gummiringes durch Schrauben angepresst wird.

Eine Abhandlung über Schieber-Entlastungen s. Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. 1887, S. 155.

Fig. 742—743.




# Schieberrahmen. Fig. 742—743.

**Tabelle 104.** mm.

| Maschine H | Maschine D | a | b | c | d | e | f | g | h | i | k | l |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **300** | **200** | 135 | 172 | 12 | 26 | 20 | 16 | 30 | 20 | 60 | 52 | 8 |
| **400** | **250** | 170 | 210 | 14 | 28 | 20 | 16 | 34 | 22 | 65 | 55 | 9 |
| **500** | **300** | 210 | 246 | 15 | 30 | 22 | 18 | 38 | 24 | 70 | 60 | 9 |
| **600** | **350** | 250 | 282 | 16 | 32 | 22 | 18 | 42 | 26 | 78 | 65 | 10 |
| **700** | **400** | 290 | 324 | 18 | 36 | 25 | 20 | 46 | 30 | 86 | 70 | 11 |
| **800** | **450** | 325 | 364 | 18 | 38 | 25 | 20 | 50 | 33 | 92 | 75 | 12 |
| **900** | **500** | 380 | 404 | 20 | 40 | 30 | 25 | 55 | 36 | 100 | 80 | 13 |
| **1000** | **550** | 420 | 440 | 20 | 42 | 35 | 30 | 60 | 40 | 110 | 84 | 14 |

# Die Schieberbewegung.

$BS$ sei die Fläche des Schiebers in qcm, Fig. 738—741,
$p$ der Dampfüberdruck in Atm.,
$\mu = 0{,}15$ der Reibungskoeffizient,
$K$ die zur Bewegung des Schiebers nötige Kraft in kg,
so wird meistens angenommen:

$$K = S B p \mu.$$

Die Erfahrung hat gezeigt, dass diese Rechnung **zu grosse Werte** für $K$ ergiebt.

Für eingelaufene Maschinen kann $\mu = 0{,}07$ gesetzt werden, dann ist die zum Bewegen des Schiebers nötige Kraft

$$K = 0{,}07\, p\, S\, B.$$

Den kleinen Reibungskoeffizient kann man sich so erklären, dass zwischen Schieber und Schieberspiegel eine Dampfschicht von geringer Spannung herrscht.

Annähernde Werte über Schieberwiderstand des Grundschiebers in kg und Kraftbedarf $A$ der Schieberbewegung in Sec. mkg sind für $p = 6$ Atm. in nachstehender Tab. enthalten.

## Schieberwiderstand

für eingelaufene Maschinen (über 6 Monat im Betrieb).

### Tabelle 105.

| Cylinderdurchmesser. | 200 | 300 | 400 | 500 mm |
|---|---|---|---|---|
| Schieberwiderstand $K$ | 100 | 200 | 400 | 650 kg |
| Kraftbedarf . . $A$ | 10 | 30 | 60 | 100 Sec. mkg |

Für die Berechnung der **Excenterstangen, Bolzen** etc. ist jedoch der dreifache Wert von $K$ in Rechnung zu stellen.

Die **Excenterstange** wird auf Zerknickung berechnet und kann $m = 10$ gesetzt werden.

Beispiel:

Für Maschine $D = 40$ cm, $H = 70$ cm ist $P = 3 \cdot 400 = 1200$ kg
$l = 180$ cm

$$J = \frac{P l^2 m}{E\, 10} = \frac{1200 \cdot 180^2 \cdot 10}{2000000 \cdot 10} = 19{,}44,$$

woraus der Durchmesser der Stange in der Mitte $d = 4{,}5$ cm.

# Die Condenshähne.

Zum Ablassen des Condensationswassers sind nöthig:

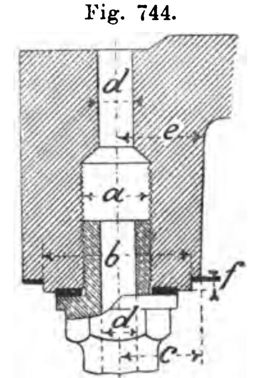
**2 Hähne** für die beiden Cylinderenden;

**1 Hahn** zum Schieberkasten;

**1 Hahn von** 6—10 mm Durchgang ist ferner noch erforderlich, wenn der Cylinder Dampfhemd hat.

Die Rohre der einzelnen Condenshähne dürfen **nicht vereinigt,** sondern müssen einzeln in's Freie geleitet werden; der Durchmesser der Rohre ist = ca. 1,3 *d* zu nehmen.

Fig. 744.




## Nocken für Condenshähne. Fig. 744.

**Tabelle 106.** mm.

| Cylinder-Durchm. | 100—250 | 300—450 | 500—650 | 700—1000 |
|---|---|---|---|---|
| *d* | 10 | 13 | 16 | 20 |
| *a* | 19 | 23 | 25 | 28 |
| *b* | 40 | 45 | 50 | 55 |
| *c* | 25 | 28 | 32 | 35 |
| *e* | 30 | 32 | 38 | 40 |
| *f* | 3 | 3 | 5 | 5 |

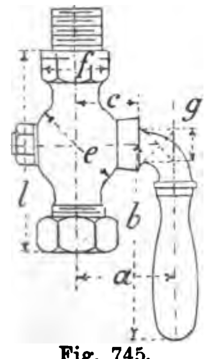



Fig. 745.

## Condenshähne. Fig. 755.

**Tabelle 107.** mm.

| *d* | *l* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 80 | 40 | 90 | 25 | 40 | 30 | 8 |
| 10 | 90 | 45 | 95 | 30 | 45 | 35 | 10 |
| 13 | 100 | 50 | 105 | 35 | 50 | 40 | 13 |
| 16 | 110 | 55 | 115 | 40 | 55 | 45 | 16 |
| 20 | 120 | 60 | 120 | 45 | 60 | 50 | 18 |

# Schmiervorrichtungen für Dampfcylinder.

Fig. 746—755.

*a.* **Einfachste unvollkommene Methode:**

Ein Schmiergefäss mit Doppelküken mitten auf dem Cylinder.
Ein Schmiergefäss auf dem Schieberkasten.

*b.* **Bessere Schmierung:**

Ein Selbstöler auf dem Schieberkasten.

Ein Doppelküken auf dem Cylinder, wird in diesem Falle nur bei Bedarf benutzt.

*c.* **Beste Schmierung:**

Eine mechanisch wirkende **Schmierpumpe**, welche durch ein Röhrchen von etwa 2 mm das Öl **in die Dampfleitung drückt**; das Öl verdampft und teilt sich allen inneren Organen, welche durch Dampf berührt werden, mit.

Die Ölpumpe wird am Maschinenrahmen oder an der Wand des Maschinenhauses montiert.

Die **Bewegung** des Apparats kann von der Schieber- oder Excenter-Stange, Fig. 752—753, oder von irgend einem sich bewegenden Maschinenteil erfolgen. Zur Übertragung können auch Rollen- und Hanfschnur verwendet werden. Für die Einmündung des Schmierröhrchens in das Dampfrohr ist ein **Rückschlag-Ventil** einzuschalten. Fig. 754—755.



Fig. 746—747. **Rost's** Mech. Aich- und Press-Schmierpumpe.

**Fig. 748. Wittfeld's** Patent-Dampf-Ölungs-Apparat (Klein, Schanzlin & Becker in Frankenthal).



Fig. 749. **Mollerup's** Patent-Dampf-Ölungs-Apparat.



**Fig. 750—751. Wittfeld's** Patent-Präcisions-Schmierapparat (C. W. Julius Blanke & Cie., Merseburg.)

Fig. 752—753.

1/4 d. n. Gr.

Fig. 754—755.

# Das Schwungrad.

Es bezeichne:

$N$ die Anzahl der effektiven Pferdestärken der Maschine,
$n$ die Umdrehungszahl per Minute,
$r$ den Kurbelradius in m,
$l$ die Länge der Treibstange in m,
$\frac{r}{l}$ das Verhältnis der Kurbel zur Treibstange,
$G$ das Gewicht des Schwungradkranzes in kg,
$R$ den mittleren Radius des Kranzes in m,
$v$ die mittlere Umfangsgeschwindigkeit in m pr. Sec.,
$\frac{1}{\delta} = \frac{v \text{ max.} - v \text{ min.}}{v}$ den Ungleichförmigkeitsgrad,
$\delta$ den Gleichförmigkeitsgrad.

## Werte für $\delta$.

Gewöhnliche Transmissions-Dampfmaschinen $\delta = 40 - 50$
Für Spinnereibetrieb und electr. Beleuchtung etc. $\delta = 60 - 100$

Für **Eincyl.**-Dampfmaschinen ist:

$$G = 100\, i\, \frac{\delta\, N}{v^2\, n}; \quad \delta = \frac{G\, v^2\, n}{100\, i\, N}.$$

Der Coefficient $i$ ist abhängig vom Füllungsgrad resp. der Gesamtexpansion und kann aus folgender Tabelle entnommen werden.

## Werte von $i$ für $\frac{r}{l} = 1/4$ bis $1/6$

und $s = 2$ bis 7 % schädlichen Raum.

### Tabelle 108.

| $\frac{p}{w}$ Gesamt-Expans. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $h$ Füllung . . . | 1 | 0,5 | 0,33 | 0,25 | 0,2 | 0,15 | 0,1 | 0,08 | 0,06 | 0,00 |
| $i$ Coeffizient . . | 55 | 70 | 80 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 |

Beispiel:

Für Maschine: $D = 400$; $H = 700$; $n = 85$; $N = 55$; $\frac{r}{l} = 1/5$;

$$R = 1{,}6 \text{ m}, \quad v = \frac{2 \cdot 1{,}6\, \pi\, 85}{60} = 14{,}2 \text{ m}; \quad h = 0{,}17; \quad \delta = 50.$$

ist das Kranzgewicht: $G = 100 \cdot 95 \cdot \frac{50 \cdot 55}{14{,}2^2 \cdot 85} = 1525$ kg.

Das **Gesamtgewicht des Schwungrades** incl. Arme und Nabe kann angenommen werden zu:

$$G_I = 1{,}35\, G.$$

Für **Zwillings- und Compound-Dampfmaschinen** ist:

$$G = 30\, i\, \frac{\delta\, N}{v^2\, n}.$$

$N$ Gesamtleistung der Maschine,
$\delta$ findet sich bei Zweicylinder-Maschinen gewöhnlich grösser als 70.

## Der Radkranz.

$G_s$ sei das Gewicht des Segmentes von der Länge $l$,

$$C = \frac{G_s\, v^2}{g\, R}$$ die Centrifugalkraft.

Man stellt sich das Stück $l$ als einen gleichmässig belasteten fest eingeklemmten Balken vor, die Centrifugalkraft nach aussen wirkend als eine Summe gleicher Kräfte und nehme

$$\frac{C\, l}{12} = W\, k.$$

Fig. 756.

## Der Schrumpfring *a* und die Schrauben *b*.

Die Spannung $S_I$ im Radkranz bezogen auf den Querschnitt c — *d* kann gerechnet werden zu:

$$S_I = 0{,}11\, v^2 \text{ pr. qcm.}$$

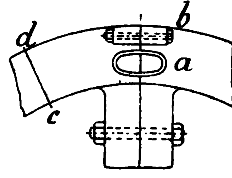


Fig. 757.

Darin ist die durch die Arme hervorgerufene Biegungsspannung inbegriffen. Auf den ganzen Flächeninhalt $f$ bezogen beträgt die Spannung $= f \cdot S_I$.

Bezeichnet nun noch:

$q$ den Querschnitt zweier Schrumpfringe,

$q_I$ „ „ „ Schrauben,

so ist die Spannung $S$ in den Schrumpfringen und in den Schrauben:

$$S = \frac{f\, S_I}{q + q_I}.$$

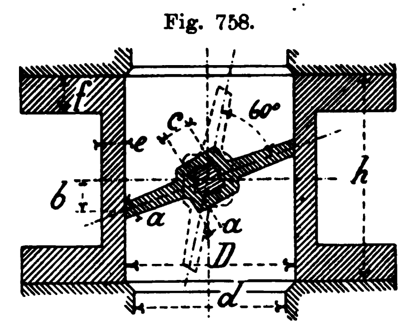
Die **Arme** sind auf Zug (abreissen) durch die Centrifugalkraft und auf Biegung durch das vom Schwungrade zu übertragende Maximalmoment zu berechnen, die Beanspruchung nehme man:

für Gusseisen . . 90 kg. pro qcm,
für Schmiedeeisen 350 „ „ „

Schwungräder mit **hoher Umfangsgeschwindigkeit** verlangen eine sehr sorgfältige Kranzverbindung, die zur Verwendung kommenden Schrumpfringe sollen möglichst in der Schwerpunktebene des Randkranzes liegen, keinesfalls aber auf der Innenseite des Kranzes. Die Entfernung vom Schwungrad bis zum Kurbellager soll eine möglichst kleine sein.



Fig. 758.




# Drosselklappe. Fig. 758.

**Tabelle 109.** mm.

| d | D | a | b | c | e | f | g | h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 30 | 2 | 5 | 8 | 8 | 16 | 130 | 25 |
| 30 | 40 | 2 | 7 | 10 | 10 | 16 | 140 | 35 |
| 40 | 50 | 3 | 9 | 10 | 10 | 18 | 150 | 50 |
| 50 | 60 | 3 | 10 | 10 | 12 | 18 | 160 | 65 |
| 60 | 70 | 4 | 12 | 12 | 12 | 18 | 175 | 80 |
| 70 | 80 | 4 | 14 | 12 | 12 | 20 | 185 | 95 |
| 80 | 90 | 5 | 16 | 13 | 12 | 20 | 200 | 110 |
| 90 | 100 | 5 | 18 | 14 | 13 | 20 | 215 | 120 |
| 100 | 105 | 6 | 20 | 15 | 13 | 20 | 230 | 130 |
| 110 | 125 | 6 | 22 | 16 | 13 | 22 | 240 | 140 |
| 120 | 135 | 7 | 24 | 18 | 14 | 22 | 250 | 150 |
| 130 | 150 | 7 | 26 | 20 | 14 | 22 | 260 | 160 |
| 140 | 160 | 8 | 28 | 22 | 15 | 24 | 275 | 170 |
| 150 | 170 | 8 | 30 | 24 | 15 | 24 | 290 | 180 |

# Regulatoren.

Die Theorie der Regulatoren soll hier nicht weiter behandelt werden, da die meisten Dampfmaschinen-Fabrikanten die Regulatoren nicht selbst anfertigen, sondern von Special-Fabrikanten beziehen. Auch existieren über Regulatoren besondere Lehrbücher, z. B. Wüst, Centrifugal-Regulatoren, M. 1,20.

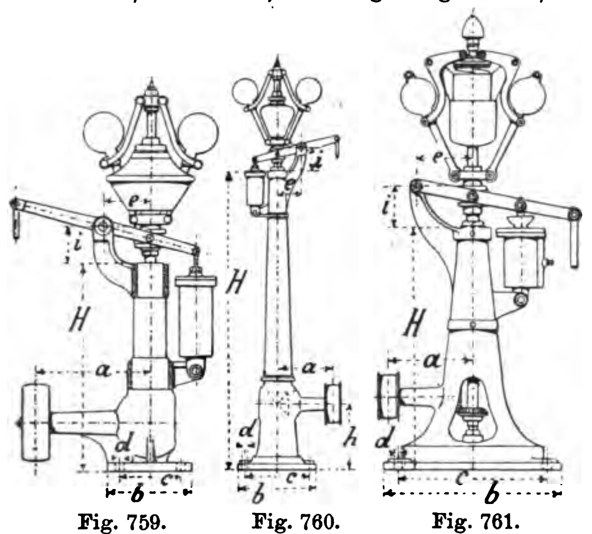



Fig. 759. Fig. 760. Fig. 761.

## Regulatorständer. Eisenwerk Lauchhammer, Lauchhammer.

### Tabelle 110.

| Nummer des Modells | | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|---|
| Ständer-Höhe | $H$ | 550 | 1550 | 950 | 1080 |
| Ausladung der Riemscheibe | $a$ | 250 | 290 | 330 | 375 |
| Seite der quadratischen Platte | $b$ | 220 | 400 | 700 | 800 |
| Abstand der Schraubenlöcher | $c$ | 160 | 330 | 600 | 690 |
| Durchm. „ „ | $d$ | 20 | 25 | 28 | 30 |
| Ausladung des Armes | $e$ | 110 | 125 | 220 | 250 |
| Abstand | $i$ | 125 | 115 | 160 | 180 |
| Gewicht des Ständers, complet mit Hebel, Gleitring, con. Rädchen, Welle und Riemscheibe in kg | | 110 | 160 | 220 | 230 |
| Preis in Mark | | 300 | 320 | 340 | 380 |

Fig. 759 ist hauptsächlich für **liegende** Maschinen zur Befestigung an der Geradführung, Fig. 760 für **stehende** Maschinen, Fig. 761 in 2 Grössen für **schwere** Gewichts- und Feder-Regulatoren bestimmt.

## Anwendung der Regulatoren, Pat. Proell.

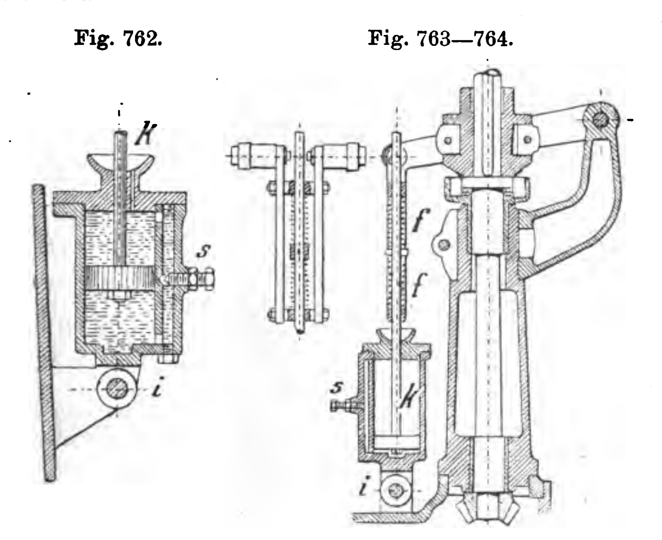
Unter der in den Tabellen 110—112 enthaltenen Bezeichnung „**Verstellungskraft**“ hat man die **Zug**- resp. **Druckkraft** zu verstehen, welche bei einer gewissen Geschwindigkeitsänderung in der Hülse entsteht. Ein **Maass** für das **Arbeitsvermögen** des Regulators ist das Produkt aus Verstellungskraft und Hülsenweg. Die Verstellungskraft, welche in den Tabellen auf $^1/_{50}$ Tourenänderung bezogen ist, verändert sich, so lange die Abweichung von der normalen Geschwindigkeit **gering** ist, dieser **proportional**, daher zeigen z. B. die in den Tabellen 111—113 angeführten Regulatoren bei $^1/_{25}$ also 4% Geschwindigkeitsänderung 1, 2, 3, 4 kg, bei $^1/_{100}$ also 1% Geschwindigkeitsänderung 0,25, 0,50, 0,75, 1,0 kg Verstellungskraft. Die Grössenauswahl des Regulators richtet sich nach dem **Wege** bezw. **Drehwinkel** des Regulier- oder Steuerungsorgans und nach der **Kraft**, welche für die Verstellung desselben notwendig ist. Das **Produkt** aus beiden Werten muss nahezu **gleich** dem **Arbeitsvermögen** des Regulators sein, welches in den Tabellen in kgmm angegeben ist. Ist eine grössere Abweichung in der Tourenzahl der Maschine bis zu ca. 4% bei mittlerer Belastung und Schwankungen des Kraftbedarfs um 15% über und unter dem normalen gestattet, so ist das Arbeitsvermögen halb so gross, im entgegengesetzten Falle doppelt so gross zu wählen. Man erhält hiernach im ersteren Falle **leichtere**, im zweiten Falle **schwerere** Regulatoren.

## Verbindung der Regulatoren mit einer Oelbremse.

Je **grösser** der Regulator ist und je **schwerer** die in ihm enthaltenen Gewichtsmassen, desto mehr ist es nötig, ihn mit einer **Oelbremse** zu verbinden, um sein unruhiges Schwanken um eine mittlere Gleichgewichtslage — eine Folge der nicht zu umgehenden Trägheit der Massen — zu verhindern. Die Oelbremse wird zweckmässig nach Fig. 762 ausgeführt. An den verlängerten Stellhebel des Regulators wird die Kolbenstange *k* der Oelbremse drehbar angeschlossen, vergl. Fig. 759—761, während sich diese am Boden um einen am Regulatorständer gelagerten Zapfen *i* drehen kann. Auf diese Weise kann die Oelbremse dem Ausschlagbogen des Stellhebels folgen. Der Übertritt des **Oels** oder **Glycerins**, mit welchem der Cylinder gefüllt ist, von der einen Seite nach der anderen wird durch eine Schraube *s* beherrscht, welche während des Ganges der Maschine verstellt werden kann. Fig. 763 zeigt eine **Oelbremse mit Federgehänge.** Während die Oelbremse nach Fig. 762 in der gewöhnlichen und billigen Ausführung eine **starre** Verbindung des Bremskolbens mit dem Regulator aufweist, derzufolge der Regulator nur in dem Maasse ausschlagen kann, als der

Bremskolben es gestattet, zeigt die verbesserte aber etwas teuerere Construction eine **elastische** Verbindung. Der Stellhebel des Regulators kann seinen Druck oder Zug nur durch Spiralfedern *f* auf den Kolben der Oelbremse übertragen, derzufolge der Regulator schneller ausschlagen kann. Unter dem Einfluss der Federn wirkt er momentan statischer. Doch corrigiert der nachfolgende Bremskolben alsbald die Abweichung von der Normaltourenzahl und stellt diese wieder her. Der Regulator kann in Verbindung mit **dieser** Oelbremse **fast ganz astatisch** sein. Die Anwendung der Construction empfiehlt sich daher bei Maschinen, bei denen es ganz besonders auf einen sehr gleichförmigen Gang und schnelle Wirkung des Regulators ankommt, wie z. B. bei electrischen Beleuchtungsanlagen oder Betriebsmaschinen für Spinnereien etc.

Fig. 762. Fig. 763—764.




# Veränderung der Tourenzahl am Regulator.

Da die Energie der Regulatoren **fast ganz constant** ist, so ist es statthaft und zulässig, eine Veränderung der Tourenzahl durch eine **zusätzliche** Belastung oder Entlastung der Hülse vorzunehmen. Dieselbe kann durch ein verschiebbares Gewicht auf einem Stellhebel bewirkt werden, welcher während des Ausschlages des Regulators um die horizontale Mittellage schwankt. Auf diese Weise kann man ohne zu grosse Hebelarme und Gewichte zu erhalten, die Tourenzahl des Regulators um $10^0/_0$ über und unter der Normalen verändern.

## Regulatoren mit leichter Urne

zur Einwirkung auf Drosselklappe, Regulierventil, Auslösungsmechanismus von Präcisionssteuerungen mit geringem Kraftbedarf.

Ausführung nach Fig. 765.

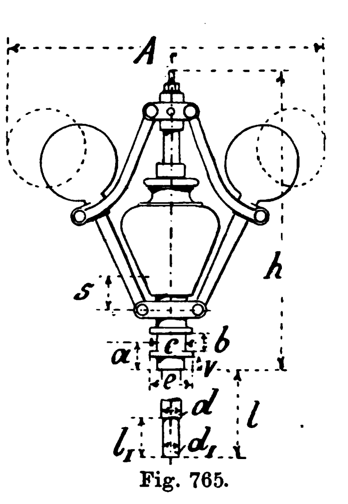



Fig. 765.

**Regulatoren, Pat. Proell,** mit leichter Urne. Fig. 765.

**Tabelle 111.**

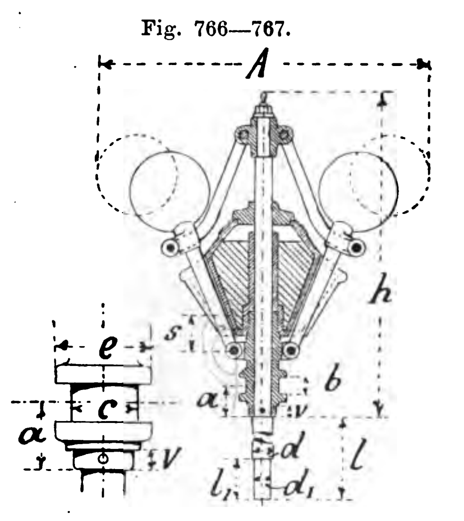
| Nummer des Regulators | | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|---|
| Grösster Cylinderdurchmesser | | 200 | 300 | 450 | 600 |
| **Tourenzahl pro Minute** | $n$ | **120** | **100** | **90** | **80** |
| Gesamthöhe des Regulators ohne Spindel | $h$ | 380 | 470 | 570 | 660 |
| Grösste Breitendimension der ausschlagenden Kugeln | $A$ | 390 | 500 | 600 | 690 |
| **Hülsenhub** | $s$ | **40** | **50** | **60** | **70** |
| Dicke der Spindel unterhalb Bund | $d$ | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Durchmesser des Zapfens | $d_1$ | 20 | 25 | 30 | 35 |
| Länge der Spindel | $l$ | 500 | 620 | 750 | 900 |
| Länge des Zapfens | $l_1$ | 50 | 60 | 70 | 80 |
| Höhe der Hülse | $b$ | 20 | 25 | 30 | 35 |
| Innerer Hülsendurchmesser | $c$ | 40 | 50 | 55 | 65 |
| Äusserer Hülsendurchmesser | $e$ | 60 | 75 | 85 | 100 |
| Abstand von Mitte Hülse bis Unterkante Bund | $a$ | 35 | 45 | 55 | 65 |
| Bundhöhe | $v$ | 14 | 17 | 20 | 25 |
| **Verstellungskraft** in der Hülse in kg | $Q$ | **0,5** | **1,0** | **1,5** | **2** |
| Arbeitsvermögen des Regulators $E = Qs$ in kgmm | $Qs$ | 20 | 50 | 90 | 140 |
| **Gewicht** des Regulators in kg | | 24 | 37 | 60 | 85 |

## Regulatoren mit schwerer Urne

zur Einwirkung auf Steuerungen mit grossem Kraftbedarf: Farcot-, Rider-, Coulissen-, zwangläufige Ventil-Steuerung etc.

**Ausführung nach Fig. 766—767.**

Fig. 766—767.

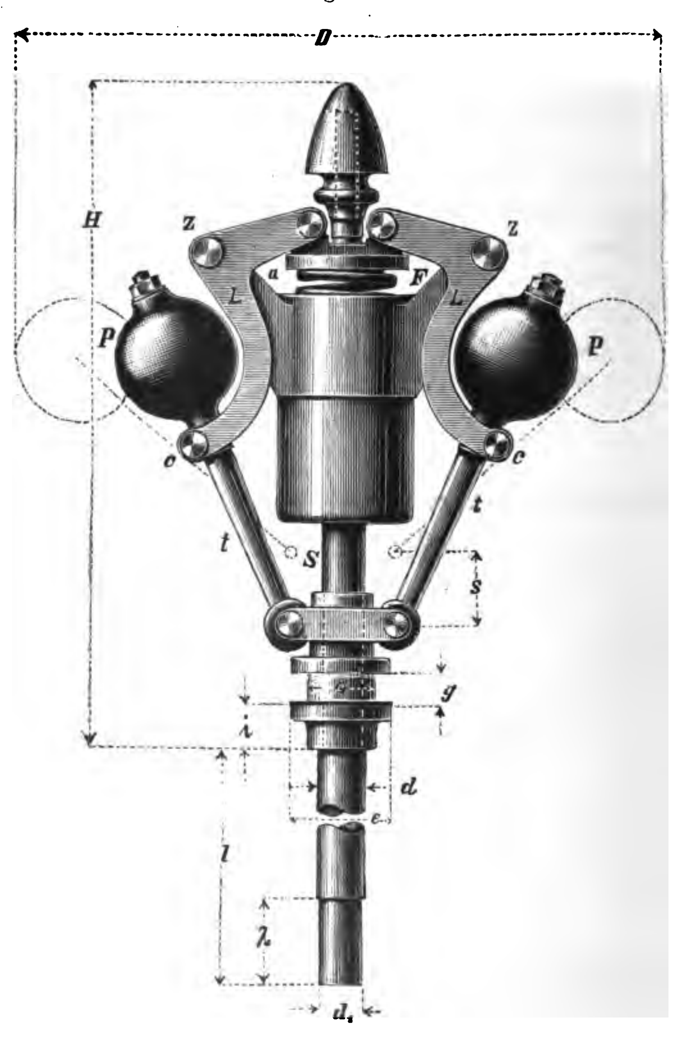



## Regulatoren, Pat. Proell, mit schwerer Urne, Fig. 766—767.

**Tabelle 112.**

| Nummer des Regulators | Ia | IIa | IIIa | IVa | Va |
|---|---|---|---|---|---|
| Grösster Cylinderdurchmesser | 250 | 400 | 500 | 600 | 700 |
| **Tourenzahl pro Minute** . . . . . . $n$ | **145** | **130** | **115** | **107** | **120** |
| Gesamthöhe des Regulators ohne Spindel . . . . . . . . . . $h$ | 420 | 470 | 570 | 660 | 660 |
| Grösste Breitendimension der ausschlagenden Kugeln . . . . $A$ | 445 | 510 | 615 | 700 | 700 |
| **Hülsenhub** . . . . . . . . . . . $s$ | **55** | **65** | **75** | **80** | **80** |
| Dicke der Spindel unterhalb Bund $d$ | 30 | 30 | 35 | 40 | 40 |
| Durchmesser des Zapfens . . . . $d_1$ | 25 | 25 | 30 | 35 | 35 |
| Länge der Spindel . . . . . . . $l$ | 550 | 620 | 750 | 900 | 900 |
| Länge des Zapfens . . . . . . . $l_1$ | 60 | 60 | 70 | 80 | 80 |
| Höhe der Hülse . . . . . . . . . $b$ | 23 | 25 | 30 | 35 | 35 |
| Innerer Hülsendurchmesser . . . . $c$ | 45 | 50 | 55 | 65 | 65 |
| Äusserer Hülsendurchmesser . . $e$ | 70 | 75 | 85 | 100 | 100 |
| Abstand von Mitte Hülse bis Unterkante Bund . . . . . . . . . $a$ | 43 | 45 | 55 | 65 | 65 |
| Bundhöhe . . . . . . . . . . . $v$ | 16 | 17 | 21 | 25 | 25 |
| **Verstellungskraft** in der Hülse in kg $Q$ | **1,3** | **2,0** | **2,5** | **3,4** | **4,3** |
| Arbeitsvermögen des Regulators $E = Qs$ in kgmm. . . . . . . $Qs$ | 71,5 | 130 | 187,5 | 272 | 344 |
| **Gewicht** des Regulators in kg . . . | 40 | 54 | 85 | 120 | 130 |

Fig. 768.




Eine **kräftige Spiralfeder** ersetzt in diesem neuen Regulator das sonst übliche zur Erzeugung eines gewissen Betrages von Verstellungskraft nötige Belastungsgewicht der Hülse.

Die Federregulatoren brauchen **keine Oelbremse.**

## **Federregulatoren, Pat. Proell.** Fig. 768.

Die Ausführung der Federregulatoren erfolgt in 6 Grössen, geordnet nach dem Betrage der bei $^{1}/_{50}$ **Tourenänderung** in der Hülse entwickelten Verstellungskraft.

### Tabelle 113.

| Nummer des Regulators | I | II | III | IV | V | VI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tourenzahl pro Minute** . $n$ | **190** | **180** | **170** | **160** | **140** | **120** |
| Breitendimension . . . $D$ | 460 | 570 | 685 | 800 | 915 | 1150 |
| Höhe des Regulators . $H$ | 485 | 585 | 695 | 795 | 895 | 1085 |
| Spindellänge . . . . . $l$ | 550 | 750 | 900 | 1000 | 1150 | 1300 |
| Spindeldicke . . . . . $d$ | 30 | 36 | 40 | 50 | 56 | 60 |
| Zapfenlänge . . . . . $\lambda$ | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 |
| Zapfendicke . . . . . $d_1$ | 26 | 32 | 36 | 46 | 50 | 56 |
| **Hub der Hülse** . . . . $s$ | **46** | **58** | **68** | **80** | **92** | **114** |
| Höhe der Hülse . . . $g$ | 23 | 30 | 35 | 40 | 46 | 60 |
| Innerer Hülsendurchm. . $c$ | 45 | 55 | 64 | 72 | 82 | 100 |
| Äusserer Hülsendurchm. $e$ | 70 | 84 | 100 | 116 | 136 | 162 |
| Dimension an der Hülse $i$ | 31 | 39 | 46 | 48 | 52 | 64 |
| Mittlere **Verstellungskraft** in der Hülse . . . . $Q$ | **1,5** | **3** | **6** | **10** | **14** | **22** |
| Arbeitsvermögen in kg $Qs$ | 69 | 174 | 408 | 800 | 1288 | 2508 |
| Preis in Mark . . . . | 220 | 250 | 310 | 390 | 500 | 640 |
| **Gewicht** des Regulators kg | 22 | 38 | 68 | 102 | 170 | 280 |

Es werden auf Wunsch auch **andere Kugeln** aufgesetzt, um eine **veränderte** Tourenzahl zu erhalten, wodurch weder die Energie noch die Beweglichkeit des Regulators irgendwie verändert wird.

Ein ausführlicher Aufsatz mit theoretischer Begründung der Wirkungsweise des Regulators findet sich im Jahrgang 1886 Heft 52 der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Jng.

Fig. 769.

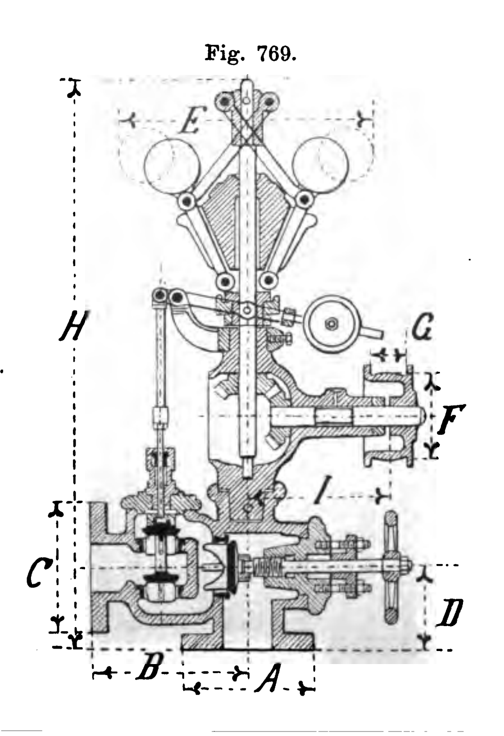
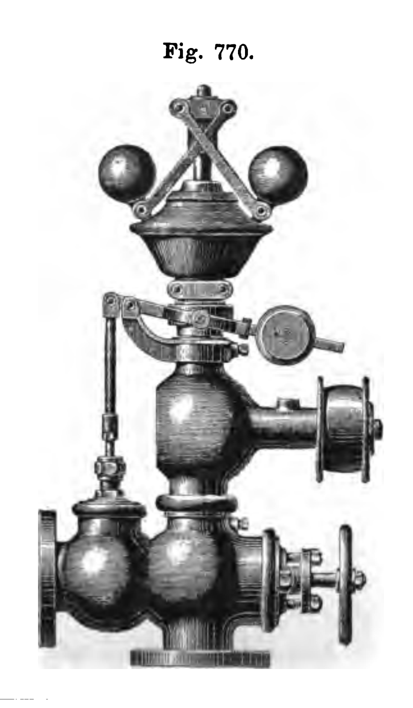



Fig. 770.



**Universal-Regulier-Apparat,** Fig. 769—770, von **Herm. Hartung, Düsseldorf.**

**Tabelle 114.**

| Laufende Nummer | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Durchmesser des Dampfrohres** | **30/35** | **40** | **50** | **60** | **70** | **80** | **90** | **100** | **110** | **120** |
| Gewöhnliche Tourenzahl pr. Min. | 185 | 185 | 185 | 170 | 170 | 170 | 155 | 155 | 155 | 155 |
| Energie in der Ventilstange bei 2% Geschwindigkeitsänderung in kg | 1,8 | 1,8 | 1,8 | 4 | 4 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Dimension A | 130 | 140 | 160 | 175 | 185 | 200 | 215 | 230 | 245 | 260 |
| „ B | 180 | 180 | 185 | 220 | 225 | 230 | 265 | 270 | 270 | 285 |
| „ C | 130 | 140 | 160 | 175 | 185 | 200 | 215 | 230 | 245 | 260 |
| „ D | 95 | 95 | 105 | 115 | 120 | 135 | 145 | 156 | 156 | 175 |
| „ E | 290 | 290 | 290 | 380 | 380 | 380 | 445 | 445 | 445 | 445 |
| „ F | 100 | 100 | 100 | 125 | 125 | 125 | 140 | 140 | 140 | 140 |
| „ G | 50 | 50 | 50 | 65 | 65 | 65 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| „ H | 660 | 670 | 750 | 810 | 820 | 845 | 1045 | 1065 | 1065 | 1080 |
| „ J | 190 | 190 | 190 | 220 | 220 | 220 | 275 | 275 | 275 | 275 |
| Preis in Mark | 175 | 185 | 195 | 220 | 235 | 255 | 280 | 300 | 320 | 385 |

Die Firma **Herm. Hartung** fertigt auch als Specialität Schwungkugelregulatoren sog. **„Concurrenz-Regulatoren“** an.

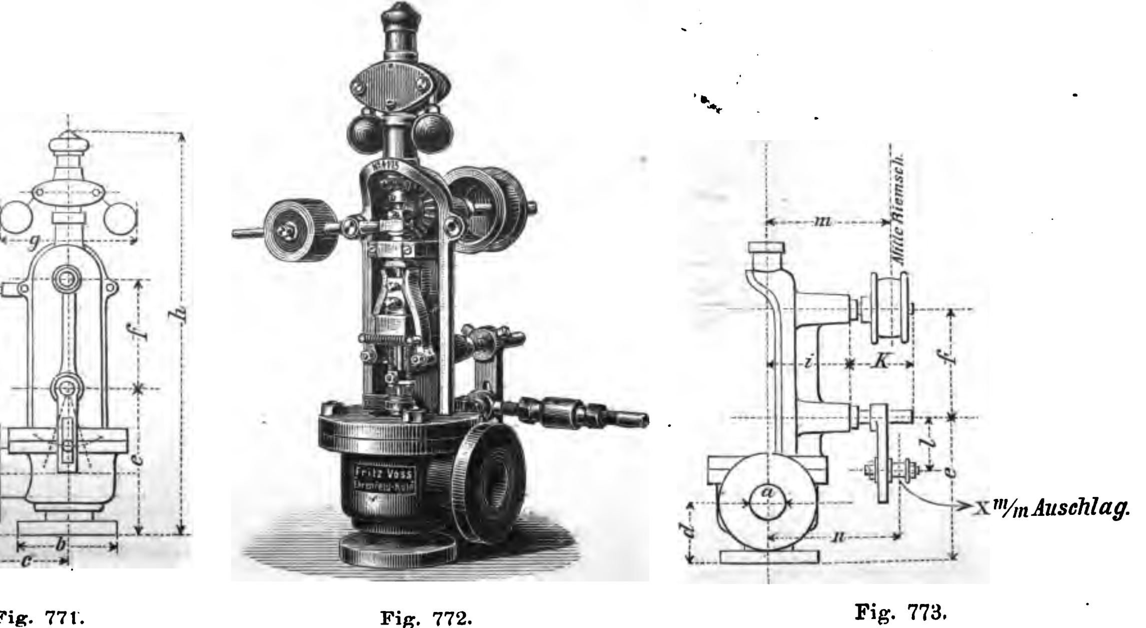



Fig. 771.

Fig. 772.

Fig. 773.

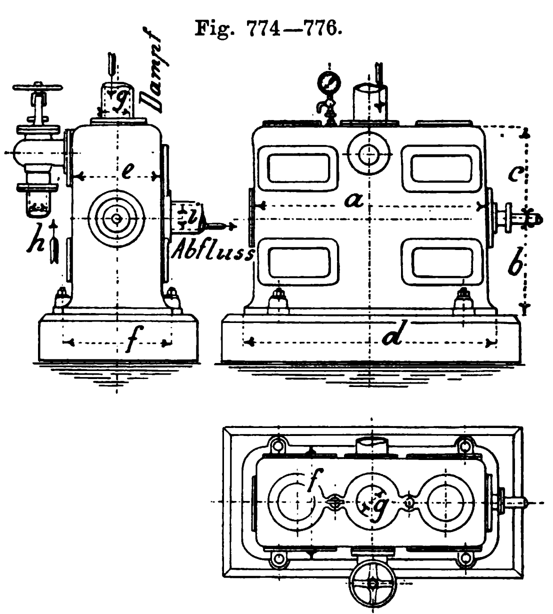
**Expansions-Regulier-Apparat,** Fig. 771—773, von **Fritz Voss, Köln-Ehrenfeld.**

**Tabelle 115.**

| Nr. | | 000 | 00 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rohr-Durchmesser im Lichten** | *a* | **30** | **40** | **50** | **60** | **75** | **90** | **105** | **125** | **150** | **175** | **200** | **250** |
| Flantsch-Durchmesser | *b* | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 290 | 320 | 360 | 400 |
| Entfernung | *c* | 110 | 110 | 150 | 150 | 185 | 185 | 185 | 240 | 240 | 240 | 300 | 350 |
| do. | *d* | 80 | 80 | 115 | 115 | 150 | 150 | 150 | 200 | 200 | 200 | 250 | 285 |
| do. | *e* | 195 | 195 | 275 | 275 | 350 | 350 | 350 | 445 | 445 | 445 | 565 | 630 |
| do. | *f* | 160 | 160 | 200 | 200 | 260 | 260 | 260 | 315 | 315 | 315 | 410 | 410 |
| Grösster Durchmesser | *g* | 190 | 190 | 250 | 250 | 295 | 295 | 295 | 345 | 345 | 345 | 475 | 550 |
| Ganze Höhe | *h* | 575 | 575 | 770 | 770 | 960 | 960 | 960 | 1200 | 1200 | 1200 | 1500 | 1570 |
| Entfernung | *i* | 100 | 100 | 150 | 150 | 185 | 185 | 185 | 220 | 220 | 220 | 250 | 250 |
| do. | *k* | 80 | 80 | 100 | 100 | 120 | 120 | 120 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 |
| Mittlere Länge des Ventilhebels | *l* | 85 | 85 | 100 | 100 | 125 | 125 | 125 | 150 | 150 | 150 | 200 | 200 |
| Ausschlag | *x* | 50 | 50 | 60 | 60 | 90 | 90 | 90 | 120 | 120 | 120 | 150 | 150 |
| Hub des Ventils | | 8 | 8 | 12 | 12 | 18 | 18 | 18 | 24 | 24 | 24 | 30 | 30 |
| Durchmesser der Wellen | | 15 | 15 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 30 | 30 | 30 | 35 | 35 |
| Von Mitte Apparat bis Mitte Scheibe-Minimum | *m* | 80 | 80 | 125 | 125 | 160 | 160 | 160 | 200 | 200 | 200 | 250 | 250 |
| „ „ „ „ „ Zugstange- „ | *n* | 100 | 100 | 150 | 150 | 167 | 167 | 167 | 215 | 215 | 340 | 275 | 320 |

Durch Anwendung von Expansions-Apparaten wird der s c h ä d l i c h e  R a u m der Expansionsperiode um den Inhalt des Schieberkastens vergrössert, man macht deshalb letzteren so klein wie möglich resp. füttert denselben mit Holz aus.

Fig. 774—776.



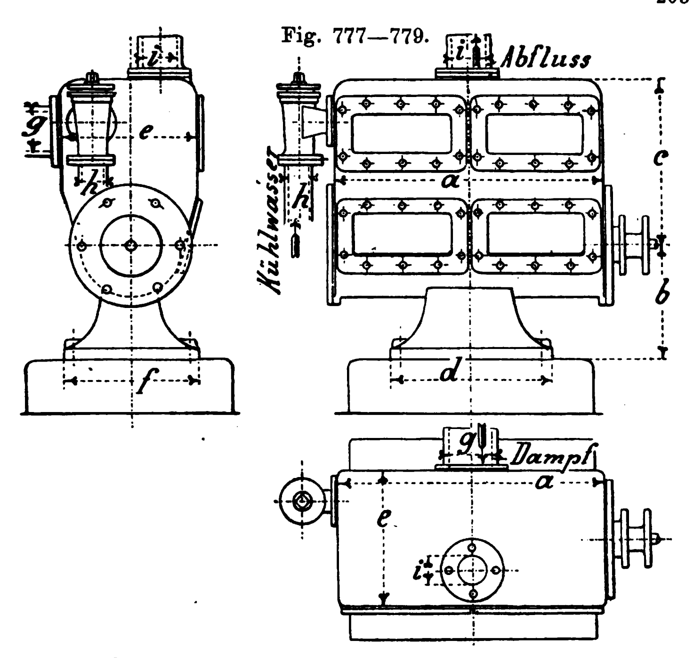

## Luftpumpen-Condensator, Fig. 774—776, (Patent F. Horn) Brinkmann & Cie., Witten.

Construction s. Seite 50—51.

### Tabelle 116.

| Maschine | | Luftpumpe und Condensator | | | | | | | | | Dampf | Wasser | Abfluss |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hub | Dmtr. | Nro. | Hub | Dmtr. | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* |
| **500** | **300** | 2 | *500* | *130* | 850 | 400 | 400 | 950 | 350 | 450 | 90 | 60 | 100 |
| **600** | **350** | 3 | *600* | *160* | 1000 | 420 | 430 | 1100 | 380 | 480 | 110 | 80 | 120 |
| **700** | **400** | 4 | *700* | *180* | 1200 | 450 | 450 | 1300 | 410 | 510 | 125 | 100 | 140 |
| **800** | **450** | 5 | *800* | *200* | 1250 | 500 | 500 | 1380 | 500 | 600 | 140 | 120 | 160 |
| **900** | **500** | 6 | *900* | *225* | 1650 | 500 | 520 | 1760 | 570 | 700 | 160 | 140 | 180 |
| **1000** | **550** | 7 | *1000* | *250* | 1650 | 700 | 650 | 1800 | 700 | 900 | 180 | 160 | 200 |

Fig. 777—779.




# Luftpumpen-Condensator, Fig. 777—779,

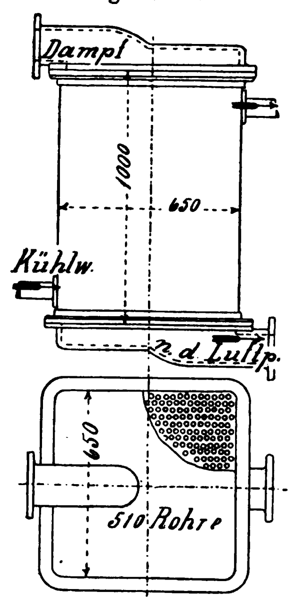
**der Eisenhütte Prinz Rudolf, Dülmen.** Construction s. S. 48.

## Tabelle 117.

| Maschine. | | Luftpumpe und Condensator. | | | | | | | | | Dampf | Wasser | Abfluss |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hub | Dmtr. | Nro. | Hub | Dmtr. | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* |
| **500** | **300** | 3 | *500* | *110* | 850 | 350 | 500 | 600 | 420 | 400 | 90 | 60 | 70 |
| **600** | **350** | 5 | *600* | *125* | 950 | 400 | 525 | 700 | 420 | 450 | 100 | 60 | 80 |
| **700** | **400** | 7 | *700* | *140* | 1100 | 500 | 600 | 850 | 500 | 550 | 125 | 60 | 90 |
| **800** | **450** | 9 | *800* | *160* | 1250 | 600 | 625 | 1000 | 500 | 700 | 150 | 80 | 100 |
| **900** | **500** | 11 | *900* | *180* | 1400 | 600 | 675 | 1100 | 500 | 800 | 150 | 90 | 125 |
| **1000** | **550** | 13 | *1000* | *200* | 1500 | 700 | 725 | 1200 | 550 | 800 | 175 | 100 | 125 |

# Oberflächen-Condensator.

Fig. 780—781.




Der in Fig. 780—783 dargestellte **Oberflächen-Condensator** hat 32 qm Kühlfläche und ist für $Ni = 160$ Pfst. bestimmt. Die Rohre sind aus Messing und haben 1 mm Wandstärke. Die Dichtung geschieht mittelst Stopfbüchsenpackung. Man rechnet pro **indizierte Pfst. 0,2 qm Kühlfläche.**

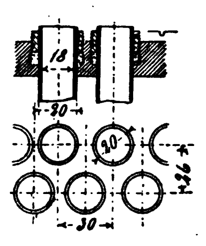



Fig. 782—783.

# Abschnitt VI.

## Steuerungen.

# Das Dampfdiagramm.

Unter „Dampfdiagramm" soll die graphische Darstellung der Wirkung des Dampfes auf den Dampfkolben verstanden werden. Das Dampfdiagramm giebt Aufschluss über die Spannung des Dampfes vor und hinter dem Kolben für jede beliebige Kurbelstellung.

Es bezeichne in Fig. 784—789

$H$ den Kolbenhub (beliebig z. B. = 100 mm auftragen),
$h$ den Füllungsgrad bezogen auf $H = 1$,
$p$ die Eintrittsdampfspannung in At. abs. in beliebigem Maassstab z. B. 5 mm = 1 At. aufzutragen,
$pm$ den mittleren Kolbenüberdruck in kg pro qcm,
$w$ die Endspannung der Expansionsperiode, wenn der Kolben im toten Punkt angekommen ist,
$p_0$ den Gegendruck des abziehenden Dampfes in At. abs.,
$s$ die auf die Kolbenfläche reduzierte Länge des schädlichen Raumes auf einer Seite,
$at$ die atmosphärische Linie,
$va$ die absolute Nulllinie (Vacuumlinie),
$ve$ die Dauer des verfrühten Austritts bezogen auf $H = 1$,
$o$ die Dauer der Compression bezogen auf $H = 1$,
$oC$ Dampfdiagramm für Maschinen ohne Condensation,
$mC$ Dampfdiagramm für Maschinen mit Condensation.

Fig. 784—785 zeigen das Dampfdiagramm einer Volldruckmaschine, der Eintrittsdampf drückt bis zum Ende des Kolbenhubes mit seiner vollen Spannung $p$ auf den Kolben, es ist also hier $p = w$. Der Gegendruck des abziehenden Dampfes beträgt während des ganzen Kolbenweges $p_0$, es stellt somit das schraffierte Rechteck $(p - p_0)$. $H$ die Arbeitsfläche dar, setzen wir $H = 1$, so ergiebt sich der mittlere Kolbenüberdruck

$$pm = p - p_0.$$

Die Arbeitsfläche des Dampfdiagramms einer Expansionsmaschine wird in ein Rechteck verwandelt von der Länge $H$ und der Höhe $pm$. Bezeichnet $k$ den sogenannten Spannungskoeffizienten, so kann man auch setzen für den mittleren Kolbenüberdruck

$$pm = kp - p_0.$$

Bezeichnet ferner $\sigma$ die Summe der Arbeitsverluste durch Drosselung, verfrühten Austritt, Gegendruck des abziehenden Dampfes und Compression Fig. 788—789, so ist der resultierende mittlere Kolbenüberdruck:

$$pm = kp - (p_0 + \sigma).$$

Unter der Annahme, dass der Dampf nach einer gleichseitigen Hyperbel expandiert, dass also dem arbeitenden Dampf während des ganzen Kolbenweges weder Wärme entzogen noch zugeführt wird, ist der mittlere **Spannungskoeffizient:**

$$k = h + (h + s) \text{ log. nat.} \frac{1 + s}{h + s}$$

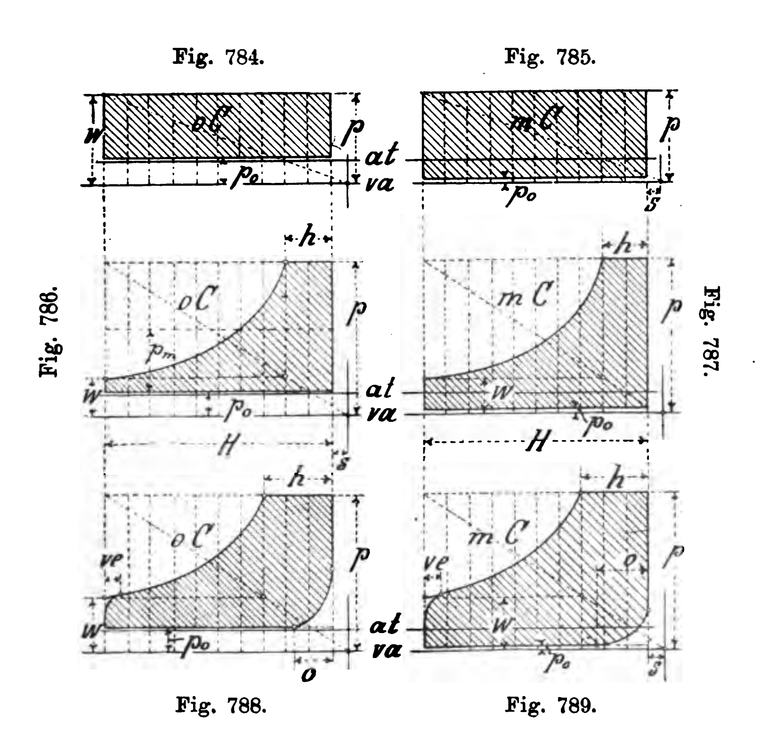



Fig. 784. Fig. 785. Fig. 786. Fig. 787. Fig. 788. Fig. 789.

Die **Expansionskurve** lässt sich in folgender Weise durch Construction finden

$H$ sei die Länge des Diagramms (den Kolbenhub darstellend),
$h$ der Füllungsgrad, bezogen auf $H = 1$,
$s$ die auf die Kolbenfläche reduzierte Länge des schädlichen Raumes auf einer Seite,
$p$ die Anfangsspannung in At. abs,
$va$ die Linie des absoluten Vacuums.

Ziehe von $f$ aus einen Strahl $fO$, welcher die Linie $iq$ in $l$ schneidet, eine Parallele durch $l$ zur Vacuumlinie $va$ giebt den Endpunkt $m$ der Kurve. Die übrigen Punkte finden sich ebenso, wie aus Fig. 790 ersichtlich.

Die **Compressionskurve** wird in gleicher Weise verzeichnet. Fig. 791.

$p_0$ sei der Gegendruck des abziehenden Dampfes,
$o$ die Dauer der Compression, bezogen auf $H = 1$.

Ziehe den Strahl $vO$, welcher die Gegendrucklinie $g$ in $r$ schneidet, auf einer senkrechten durch $r$ liegt der Punkt $n$ der Kurve. Ziehe ferner $v_I\ O$, $r_I\ n_I$ u. s. w.

Fig. 790, Expansionskurve.

Fig. 791, Compressionskurve.

# Einteilung der Steuerungen.

Man unterscheidet im Allgemeinen:
Schiebersteuerungen (Flachschieber, Kolbenschieber),
Ventilsteuerungen,
Hahnsteuerungen,
Gemischte Steuerungen.

## A. Schiebersteuerung.

a) Mit einem Schieber:
Einfache Schiebersteuerung (Muschelschieber) für fixe Expansion,
Kolbenschieber (1 Kolbenschieber) „ „ „
Coulissensteuerung mit einem Schieber u. veränderl. Expansion.

Zu letzterer Gattung gehören die Coulissensteuerungen von: Stephenson, Gooch, Allan-Trick, Heusingen von Waldegg, Pius Fink.

b) Mit zwei Schiebern (Doppelschiebersteuerung):
Schleppschiebersteuerung von Farcot,
Guhrauer'sche Steuerung für veränderliche Expansion,
Meyer'sche „ „ fixe „
„ „ „ veränderliche „
Rider „ „ „ „
Kolbenschiebersteuerung für fixe und veränderliche Expansion,
Coulissensteuerung für veränderliche Expansion.

Zu letzterer gehört die Coulissensteuerung von Polonceau.

## B. Ventilsteuerung.

a) Zwangläufige Ventilsteuerung:
Ventilsteuerung mit gewöhnlicher Coulisse und fixer Expansion,
„ von Collmann, veränderliche Expansion,
„ „ Recke, „ „
„ „ Proell, „ „
„ „ Kliebisch, „ „
„ „ König, „ „
„ „ Hartung, „ „

b) Ventilsteuerung mit Auslös-Mechanismus:
Ventilsteuerung von Gebr. Sulzer, veränderliche Expansion.

## C. Hahnsteuerung.

a) Mit pendelnder Bewegung:
Corlisssteuerung für fixe und veränderliche Expansion,
Proell'sche Hahnsteuerung für „ „

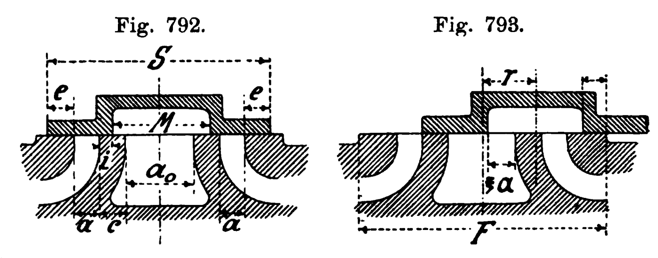
b) Mit rotierendem Hahn:
Feodor Siegel, Drehschiebersteuerung für veränderl. Expansion,
L. Ehrhardt, „ „ „ „

# Einfache Schiebersteuerung.

Es bezeichnet in Fig. 792—793:

$a$ die Kanalweite für den Eintritt,
$a_0$ „ „ „ „ Austritt,
$c$ „ Stegbreite,
$e$ „ äussere Deckung,
$i$ „ innere „
$r$ „ Excentrizität des Schiebers (halber Schieberhub),
$v$ das lineare äussere Voreilen (für den Dampfeintritt),
$v_0$ „ „ innere „ ( „ „ Dampfaustritt).

Fig. 792. Fig. 793.




Die einfache Schiebersteuerung findet unter normalen Verhältnissen für Eincylinder-Maschinen Anwendung bis zu 250 Cylinderdurchmesser. Der Füllungsgrad beträgt 0,5 bis 0,8. Grosse Füllungsgrade finden sich nur noch bei alten Maschinen, und sucht man häufig die dadurch entstehende grosse Dampfvergeudung durch nachträgliches Anbringen von Expansions-Apparaten zu beseitigen.

Bei einer neu zu entwerfenden Maschine nehme man:

| Füllungsgrad 0,5 | Füllungsgrad 0,6 | Füllungsgrad 0,7 |
|---|---|---|
| $e = 2\,a$ | $e = 1{,}3\,a$ | $e = 0{,}8\,a$ |
| $i = 0{,}7\,a$ | $i = 0{,}5\,a$ | $i = 0{,}3\,a$ |
| $r = 0{,}8\,a + e$ | $r = a + e$ | $r = a + e$ |
| $v = 0{,}25\,a - 0{,}5\,a$ | $v = 0{,}2\,a - 0{,}4\,a$ | $v = 0{,}2\,a - 0{,}3\,a$ |

Den Maschinen, welche mit hohem Dampfdruck arbeiten (über 7 At. abs.) (Locomobilen z. B. haben der Einfachheit halber meist nur einen Schieber) gebe man 0,5 Füllung.

Kleine Transmissionsdampfmaschinen für mittleren Dampfdruck erhalten 0,6 Füllung, auf keinen Fall gehe man über 0,7 Füllung.

Einfache Schiebersteuerung für kleine Füllungsgrade s. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1887 Seite 155.

Fig. 794—795.

Kolben links im todt. Punkt, linker Einlaſskanal um $v$, rechter Auslaſskanal um $v_0$ geöffnet.

$x = e + v$

Fig. 796—797.

Schieber in äuſserster Stellung rechts.

$x = r$

Fig. 798—799.

Schluſs der Einströmung, Beginn der Expansion.

$x = e$

Schluſs der Ausströmung, Beginn der Compression.

$x = i$

Fig. 800—801.

# Das Zeuner'sche Schieberdiagramm.

*OX* und *OY* seien 2 aufeinander rechtwinklige Axen, Fig. 802,
Man mache:

$OE = e =$ der äusseren Deckung,

$EV = v =$ dem äusseren linearen Voreilen,

schlage aus *O* und *V* mit der halben Excentrizität $= \frac{r}{2}$ Kreisbogen, so ist *M* der Mittelpunkt des Schieberkreises, $OG = r$ die Richtung des Excenters und $\delta$ der Voreilwinkel.

In der Verlängerung von *GO* ziehe man ebenfalls einen Kreis durch *O* mit dem Radius $\frac{r}{2}$.

Ferner mache man:

$OJ = i =$ der inneren Deckung und schlage den sogenannten Kurbelkreis *Q* (beliebig gross).

Die Diagrammkurbel denkt man sich in der Richtung des Pfeiles gedreht, es ist dann, Fig. 803, in der Kurbelrichtung:

*OB* Beginn des Dampfeintritts rechts,

*OX* rechter Dampfkanal um das Voreilen *v* geöffnet (Kurbel im toten Punkt rechts),

*OG* Grösste Ausweichung des Schiebers nach links,

*OD* Schluss des rechten Einströmkanales, Beginn der Expansion,

*OH* Schieber in Mittelstellung,

*OF* Beginn des Dampfaustritts rechts,

$OX_I$ rechter Austrittskanal um $v_0$ geöffnet (Kurbel im toten Punkt links),

*OP* Grösste Ausweichung des Schiebers nach links,

*OL* bis *ON* rechter Auslasskanal ganz geöffnet,

*OC* rechter Auslasskanal geschlossen, Beginn der Compression,

$OH_I$ Schieber in Mittelstellung,

$OH_I$ bis *OH* Schieber bewegt sich nach links.

*OH* bis $OH_I$ Schieber bewegt sich nach rechts.

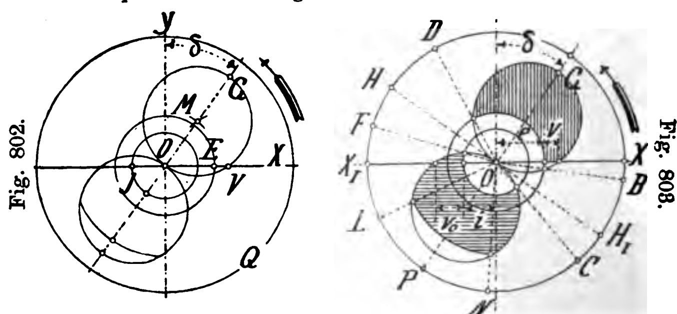



Fig. 802.

Fig. 803.

# Die Excentrizität.

Bis jetzt war angenommen, dass die Excentrizität gleich der Kanalweite plus der äusseren Deckung, dass also

$$r = a + e.$$

Es kann jedoch auch sein

$$r \gtrless a + e.$$

Fig. 804—805.

$r < a + e = a_I + e$
$a = 12$
$a_I = 10$
$e = 18$
$i = 7$
$v = 4$
$r = 10 + 18 = 28$

Fig. 806—807.

$r > a + e = a + e + m$
$a = 12$
$m = 2$
$e = 18$
$i = 7$
$v = 4$
$r = 12 + 18 + 2 = 32$

Fig. 804.

Fig. 806.

Fig. 805.

Fig. 807.

Der Füllungsgrad wird desto kleiner, je kleiner man die Excentrizität wählt und genügt es häufig, die grösste Eröffnung des Kanales für den Eintritt

$a_I = 0{,}8\,a$ zu nehmen.

# Diagramm

## zur einfachen Schiebersteuerung, Fig. 808—810.

*OX* Schubrichtung des Schiebers,
*O* Mittelpunkt des Diagramms,
*e* äussere Deckung (Kreis um *O* mit 2 *e* Durchmesser),
*i* innere Deckung (Kreis um *O* mit 2 *i* Durchmesser),
*v* lineares äusseres Voreilen $(Og = e + v)$,
$r = a + e$ Excentrizität des Schiebers (Kreis durch *g* und *O*),
*H* Durchmesser des Kurbelkreises resp. Kolbenhub (beliebig gross, z. B. 100 oder 200 mm),

Dann ist:

$v_0$ lineares inneres Voreilen,
*OG* Richtung des Excenters,
$\delta$ der Voreilwinkel des Excenters,
*OB* Kurbelrichtung für Beginn des Dampfeintritts,
*OD* „ „ „ der Expansion,
*OF* „ „ „ des Dampfaustritts,
*OC* „ „ „ der Compression,
*h* der Füllungsgrad.

Die Diagrammkurbel denkt man sich in der Richtung des Pfeiles 1, Fig. 808, gedreht; die wirkliche Umdrehungsrichtung der Maschine ist in Fig. 810 mit Pfeil 2 angedeutet. Das Excenter eilt der Kurbel um $90^0 + \delta$ vor,

*OK* Richtung der Kurbel,
*OG* Richtung des Excenters.

Zur deutlichen Übersicht der ganzen Steuerung ist es zweckmässig, unter das Schieberdiagramm stets das Dampfdiagramm zu zeichnen.

Fig. 808.

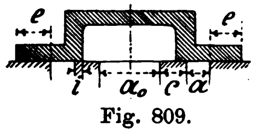



Fig. 809.

Fig. 810.

# Die Meyer'sche Schiebersteuerung.

Fig. 811 Steuerung mit fixer Expansion,
Fig. 812 „ „ veränderlicher Expansion.

Es bezeichne:

$a$ die Kanalweite im Schieberspiegel,
$a_I$ „ Weite des Durchlasskanales im Grundschieber,
$a_0$ „ „ „ Austrittskanales,
$c$ die Stegbreite,
$e$ die äussere Deckung,
$i$ „ innere „
$v$ das lineare äussere Voreilen,
$v_0$ „ „ innere „
$r$ die Excentrizität des Grundschiebers,
$r_I$ „ „ „ Expansionsschiebers,
$\delta$ den Voreilwinkel des Grundschiebers,
$\delta_I$ „ „ „ Expansionsschiebers,
$y = L - l$ die Entfernung der arbeitenden Kanten für die in Fig. 812 gezeichnete ideelle mittlere Schieberstellung für einen beliebigen Füllungsgrad,
$z$ die Verschiebung der Expansionslappen für einen beliebigen Füllungsgrad.
I den Schieberkreis des Grundschiebers,
II „ „ „ Expansionsschiebers,
III „ relativen Schieberkreis.

Fig. 811.

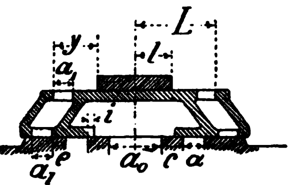
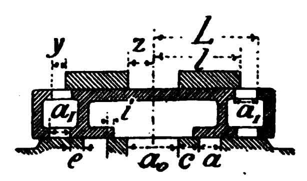



Fig. 812.



## Das Schieberdiagramm. Fig. 813.

Der äussere Deckungskreis mit 2 $e$ Durchmesser,
der innere „ „ 2 $i$ „
das äussere lineare Voreilen, und
der Schieberkreis $I$ mit dem Durchmesser $OG = r =$ Excentrizität des Grundschiebers werden aufgetragen wie bei der einfachen Steuerung.

Man wähle ferner den Voreilwinkel des Expansionsexcenters $= 60$ bis $90^0$ und zeichne den Schieberkreis $II$ mit dem Durchmesser $OE = r_I =$ Excentrizität des Expansionsschiebers.

Ziehen wir nun:

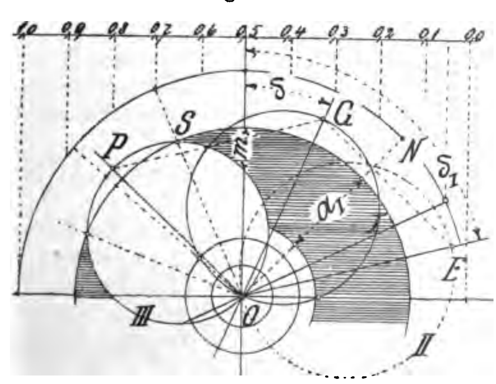
$GP$ parallel $OE$,
$OP$ „ $EG$,

so ist $OP$ der Durchmesser des relativen Schieberkreises $III$.

Die Sehnen des Schieberkreises $III$ geben die Entfernungen der beiden Schiebermittel unter sich an, letztere ist am grössten in der Kurbelstellung $OP$ und zwar gleich $OP$.

Für einen bestimmten Füllungsgrad z. B. 0,7 ist $OS = L - l$ und giebt der schraffierte Teil die Grösse der Einströmfläche an. In der Kurbelstellung $ON$ ist der Durchlasskanal ganz geöffnet, in der Kurbelstellung $O$ 0,5 um das Stück $m$ und in der Kurbelstellung $OS$ ist der Durchlasskanal geschlossen. Je weiter die Expansionsplatten auseinander geschoben werden, desto grösser wird $l$, also $L - l$ kleiner. Bei kleinen Füllungsgraden wird $L - l$ sogar negativ, es schneidet beispielsweise die Kurbelrichtung für 0,05 Füllung den Schieberkreis $III$ im unteren Quadranten.

Fig. 813.



# Diagramm

## zur Meyer'schen Schiebersteuerung, Fig. 814—816.

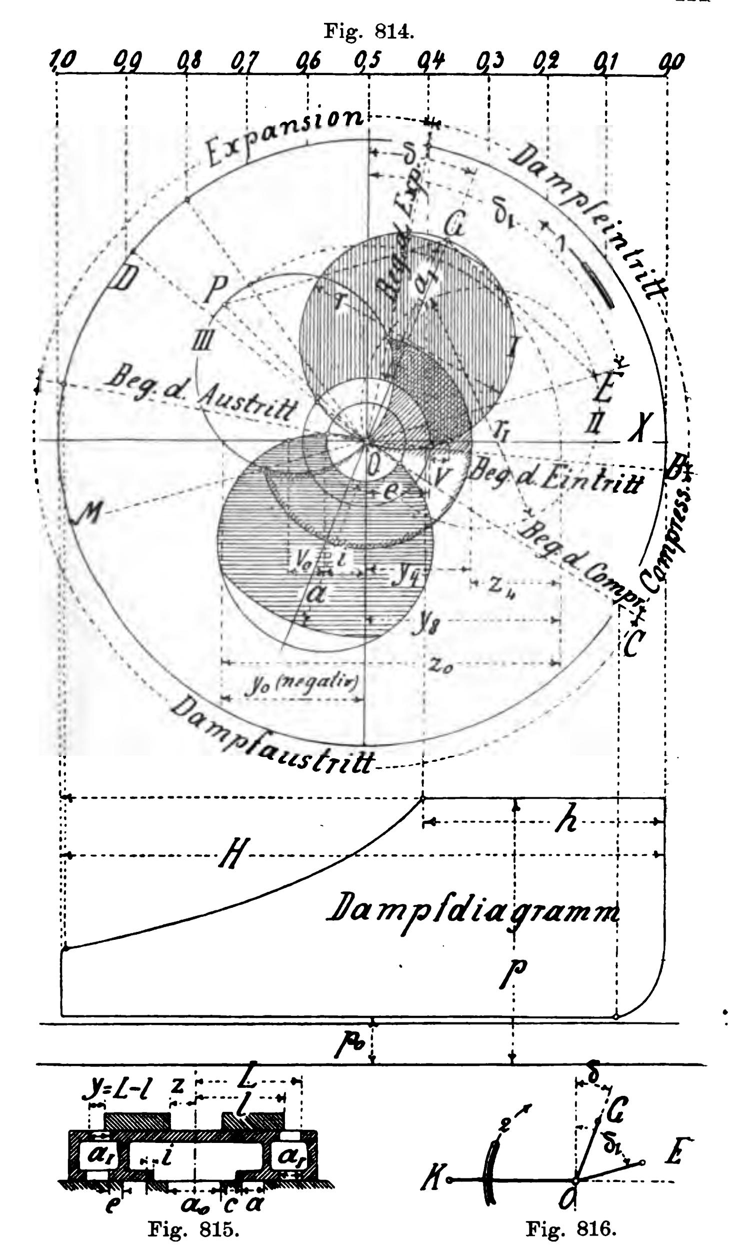
$OX$ Schubrichtung des Schiebers,
$O$ Mittelpunkt des Diagramms,
$e$ äussere Deckung,
$i$ innere Deckung,
$v$ lineares äusseres Voreilen,
$r$ Excentrizität des Grundschiebers,
$OE$ Richtung des Expansionsexcenters,
$r_I$ Excentrizität des Expansionsschiebers,
$GP$ parallel $OE$,
$OP$ „ $EG$,
$OP$ Durchmesser des relativen Schieberkreises,
Dann ist:
$v_0$ lineares inneres Voreilen,
$\delta$ Voreilwinkel des Grundschiebers,
$\delta_I$ „ „ Expansionsschiebers,
$OP$ Durchmesser des relativen Schieberkreises *III* gleich der grössten vorkommenden Entfernung der beiden Schiebermittel unter sich,
$y_8 = L - l$ für 0,8 Füllung (Sehne des Schieberkreises *III*),
$y_4 = L - l$ „ 0,4 „ „ „ „ „
$y_0 = L - l$ „ 0,0 „ „ „ „ „ negativ,
$z_4$ Verschiebung der Expansionsschieberlappen für 0,4 Füllung,
$z_0$ „ „ „ „ 0,0 „
(0,8 als grösste Füllung angenommen)
$OB$ Kurbelstellung für Beginn des Dampfeintritts,
$O\,0{,}4$ „ „ „ der Expansion für 0,4 Füllung,
$OD$ „ „ „ des Abschlusses d. Grundschieb.,
$OF$ „ „ „ des Dampfaustritts,
$OM$ „ „ „ der Wieder-Eröffnung des Durchlasskanales bei 0,4 Füllung,
$OC$ Kurbelstellung für Beginn der Compression, Schluss der Dampfausströmung,

Die Sehnen des Schieberkreises *I* geben die Entfernung des Grundschiebermittels von Mitte des Schieberspiegels.

Die Sehnen des Schieberkreises *II* geben die Entfernung des Expansionsschiebermittels von Mitte des Schieberspiegels.

Die Sehnen des Schieberkreises *III* geben die Entfernung der beiden Schiebermittel unter sich.

Fig. 814.


1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0,0
Expansion
Dampfeintritt
Beg. d. Exp.
Beg. d. Austritt
Beg. d. Eintritt
Beg. d. Compr.
Compress.
Dampfaustritt
y0 (negativ)
Dampfdiagramm
y = L - l
Fig. 815.
Fig. 816.

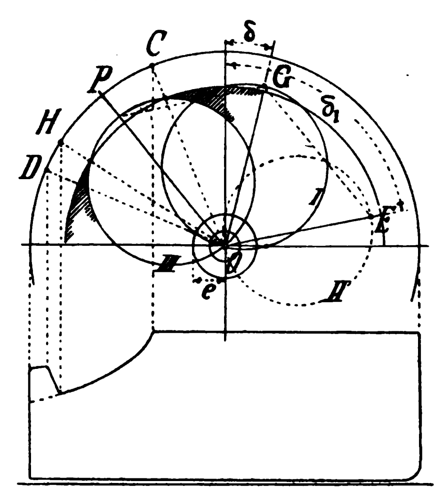
# Fehlerhafte Steuerung.

Durch unrichtige Anordnung der Steuerung kann es bei grösseren Füllungsgraden vorkommen, dass nach Schluss der Einströmung der Durchlasskanal **bereits wieder geöffnet wird,** noch ehe der Grundschieber abgeschlossen hat. In Fig. 817 ist das Diagramm einer solchen fehlerhaften Steuerung verzeichnet.

Die Expansion soll beginnen in der Kurbelstellung *O C*, bei welcher also der Durchlasskanal geschlossen wird; der letztere beginnt sich jedoch schon wieder zu öffnen in der Kurbelstellung *O H*, es wird also nochmals Frischdampf einströmen bis zur Kurbelstellung *O D*, da hier erst der Grundschieber absperrt.

Dieser Fehler lässt sich vermeiden durch richtige Wahl des Voreilwinkels $\delta_I$ und richtige Grösse der Excentrizität $r_I$. Man hat nur darauf zu achten, dass die Richtung *O P* des Schieberkreises *III* Fig 817, mit der Richtung *O D*, bei welcher der Grundschieber abschliesst, annähernd zusammenfällt.

Fig. 817. **Fehlerhafte Steuerung.**



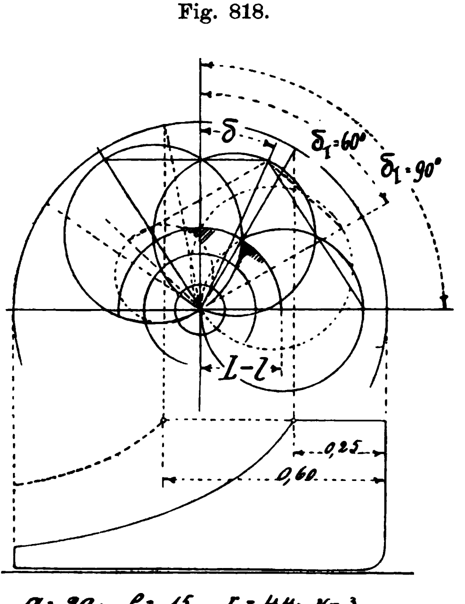
# Änderung der Füllungsgrade bei Maschinen mit fixer Expansion.

Maschinen mit fixer Expansion erhalten gewöhnlich $^1/_4$ bis $^1/_8$ **Cylinderfüllung** und sind meistens so eingerichtet, dass durch Verändern des Voreilwinkels $\delta_I$ der Füllungsgrad etwas verändert werden kann.

In Fig. 818 ist das Diagramm einer Steuerung mit fixer Expansion dargestellt für $^1/_4$ Cylinderfüllung, durch Verkleinern des Voreilwinkels $\delta_I$, von 90 auf 60° kann der Füllungsgrad auf 0,6 gebracht werden, es ist dieses im Diagramm punktiert angedeutet.

## Einfluss des Voreilwinkels $\delta_I$ auf den Füllungsgrad.

Fig. 818.




$a = 29$; $e = 15$; $r = 44$; $v = 3$.
$a_I = 25$; $i = 6{,}5$; $r_I = 44$; $L - l = 22$.

Voreilw. $\delta_I = 90°$; Füllung $= 0{,}25$.
" " $= 60°$; " $= 0{,}60$.

# Die Ridersteuerung.

Die Ridersteuerung unterscheidet sich von der Meyer'schen Steuerung dadurch, dass die Expansionsplatten durch einen Trapezschieber, welcher eine Cylinderfläche bildet, ersetzt werden. Durch Drehung der Expansionsschieberstange wird die Kantenentfernung $L-l$ variabel, s. Fig. 819. Das Zeuner'sche Schieberdiagramm ist hier ohne weiteres zu verwenden. Verschiedenheiten in der Construction zeigen Fig. 558—561, Fig. 566—571, Fig. 820—822, Fig. 823—826.

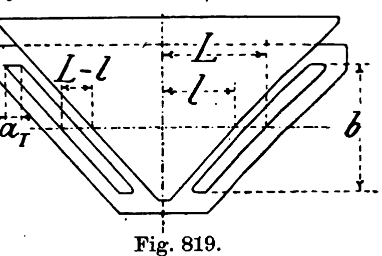


Fig. 819.

## Trapez-Schieber, Fig. 820—822 und 823—826,

### E. Leutert, Halle a. S. D. R.-P.

Durch Anwendung eines geteilten Expansionsschiebers *c* und *d* und der sich dabei ergebenden kürzeren Dampfkanälen ist ein kleiner Weg für die Verstellung des Expansionsschiebers nötig. Auf dem Rücken des Grundschiebers befinden sich vier Einlasskanäle $a_I$, $a_{II}$ u. $b_I$, $b_{II}$, von denen sich die beiden ersteren zu *a*, die beiden letzteren zu *b* vereinigen. Die Einstellung des Expansionsschiebers geschieht durch Drehung der Schieberstange. Bei Berechnung der Reibungsarbeit kommt nur der auf die mit schmalen Arbeitsleisten eingefassten Kanalflächen wirkende Normaldruck in Betracht. Damit nun der Expansionsschieber dem Grundschieber in dem Maasse, als sich dieser am Schieberspiegel abnutzt ungehindert folgen kann, ist über die vierkantige Expansionsschieberstange eine entsprechende vierkantige Buchse *i* geschoben, welche von dem Expansionsschieber umschlossen wird. Letztere wird mittels der Feder *h* an die Dichtflächen des Grundschiebers angedrückt.

Durch die eigentümliche Anordnung der Durchlasskanäle fällt der schädliche Raum für die Expansionsperiode etwas grösser aus.

Fig. 820—822.

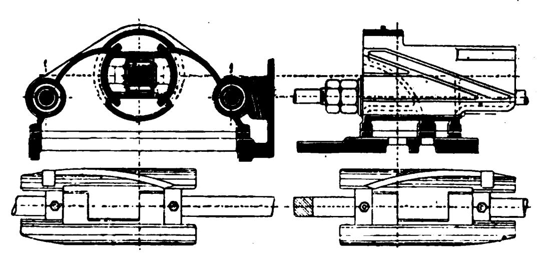


Fig. 823—826.

# Die Farcot'sche Schleppschiebersteuerung.

Auf dem Rücken des **Grundschiebers** $A$ (Fig. 829) liegt lose der **Expansionsschieber** $B$ und wird von ersterem mitgeschleppt. Während jeden einfachen Hubes stösst der Expansionsschieber einmal an den Daumen $C$ und wird zur Ruhe genötigt.

Die **variable Füllung** kann 0,0 bis 0,4 betragen.

Die Grenze der grössten erreichbaren Füllung liegt in der Kurbelstellung $OG$ und ist vom Voreilwinkel $\delta$ abhängig. (Fig. 827.)

Das Diagramm wird in folgender Weise verzeichnet:

$\delta$ Voreilwinkel des Grundschiebers,
$r$ Excentrizität „ „
$x_I$ kleinste Abmessung des Daumens (10—25 mm),
$L - l = r + x_I$ constant s. Fig. 827—829.

Es ist dann:

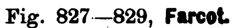
$x_2 = L - l - r \sin \delta =$ der grössten Abmessung des Daumens,
$2k = 2(L - l) - a_I$
$a_I \leqq 2(L - l - x_2)$

Wenn diese Gleichungen erfüllt werden, wird der **Durchlasskanal** selbst bei dem kleinsten Werte von $x$ noch **vollständig** geöffnet.

Der Wert $a_I$ fällt gewöhnlich klein aus und wendet man deshalb **2 oder mehrere Durchlasskanäle** an.

Um alle Füllungsgrade zu erreichen, ordnet **Guhrauer** ein **zweites Excenter** an zum Bewegen der Anschläge, welche schraubenförmig auf der Schieberstange angeordnet sind, Fig. 830. Der Regulator wirkt drehend auf die Schieberstange und gelangen dadurch die verschiedenen Breiten der Anschläge zur Wirkung.

Diese Steuerung hat grosse Ähnlichkeit mit der **Rider-Steuerung**.


Fig. 827—829, **Farcot.**

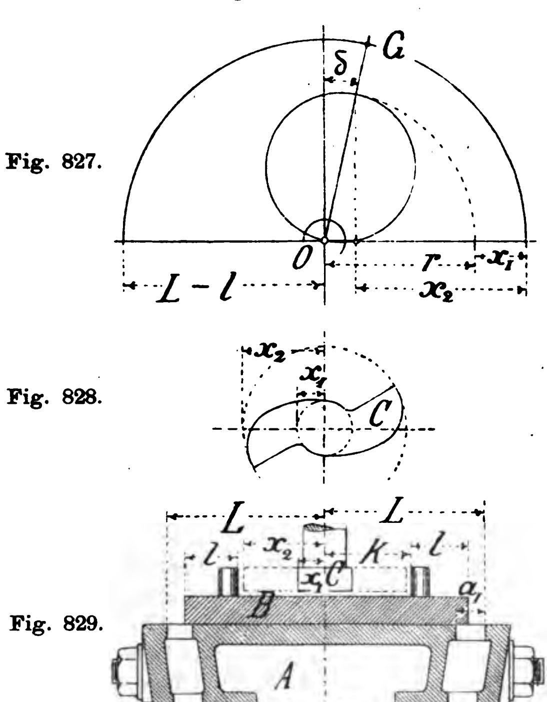
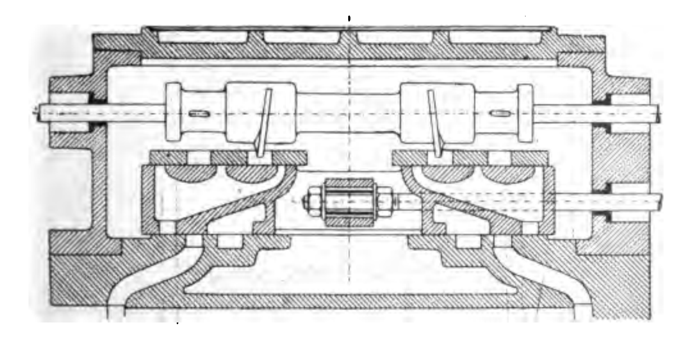


Fig. 827.

Fig. 828.

Fig. 829.


Fig. 830, **Guhrauer.**

# Kolbenschieber.

In Fig. 831 ist der Kolbenschieber einer **einfachen Steuerung** dargestellt. *CC* sind die nach den beiden Cylinderseiten führenden Kanäle, bei *B* tritt der Frischdampf ins Schiebergehäuse und bei *A* entweicht der Dampf ins Freie oder in den Condensator.

Fig. 831.

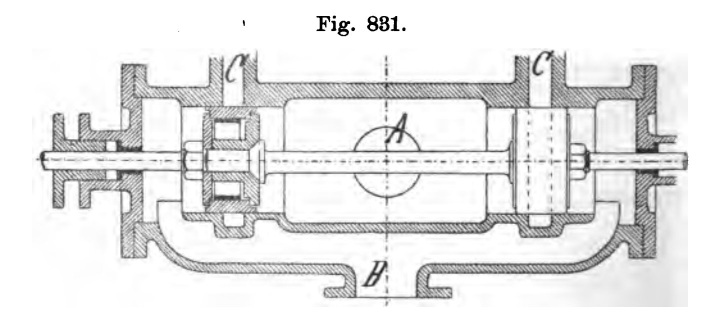



Fig. 832 und Fig. 833—842 zeigen **den Rider-Kolbenschieber** einer Maschine 800 Cylinderdurchmesser, 1400 Kolbenhub bei $n = 85$ Touren pro Minute. Die Steuerung lässt eine Cylinderfüllung von 0,0 bis 0,6 zu, entsprechend einer Drehung der Expansionsschieberstange durch den Regulator um 36 Grad.

Fig. 832.

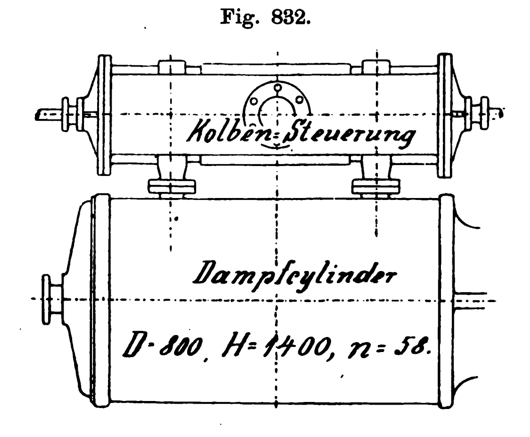
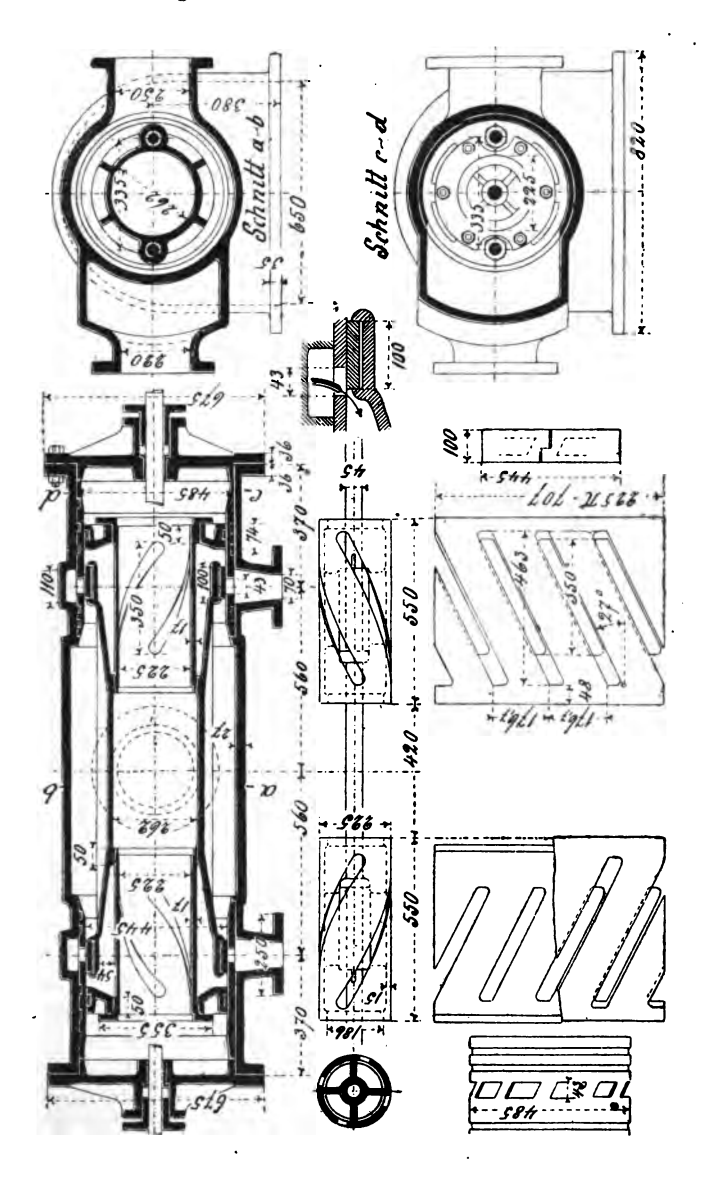


Fig. 833—842. Riderkolbenschieber.



# Umsteuerungen.

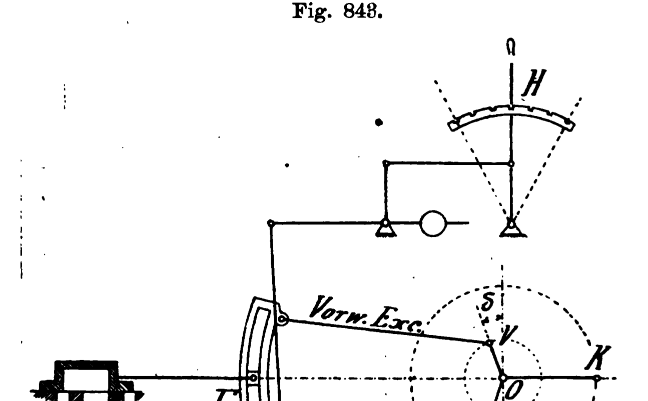
Das Bewirken der Umsteuerung mittelst Coulisse finden wir angewandt bei:

**Locomotiven, Schiffsmaschinen, Fördermaschinen.**

## Die Coulissensteuerung von Stephenson.

Auf der Welle *O*, Fig. 843, sitzen **2 Excenter** *OR* und *OV*, von welchen je eine Stange nach dem einen Ende der Coulisse *F* geht. Die Coulisse hat eine **bogenförmige Leitung,** in welcher ein Gleitstück relativ verschiebbar ist; dieses Gleitstück ist mit der Schieberstange fest verbunden. Der Schieber ist ein **gewöhnlicher Muschelschieber**.

Fig. 843.




Mit Hülfe des Handhebels *H* ist man im stande, die Coulisse zu **heben** und zu **senken,** so dass **das Gleitstück** in jede beliebige Stelle gebracht werden kann.

Beim Heben und Senken der Coulisse wird der Schieber verstellt und zwar in folgender Weise:

Ist die **Coulisse gesenkt,** so dass ein Punkt der oberen Hälfte den Gleitbacken führt, **so läuft die Maschine vorwärts** und zwar mit um so grösserer Cylinderfüllung, je tiefer die Coulisse gesenkt wird. Da in diesem Falle hauptsächlich das Excenter *OV* die Schieberführung übernimmt, so heisst dasselbe **Vorwärts-Excenter**.

Wird die Coulisse **gehoben**, so tritt das Umgekehrte ein, und heisst das Excenter *OR* das **Rückwärts-Excenter**.

Man unterscheidet: **Offene Stangen** in Fig. 844.
**Gekreuzte** „ „ „ 845.

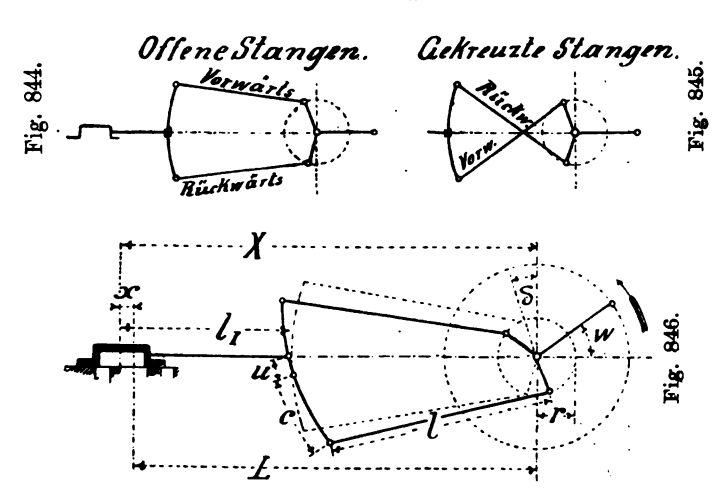



Fig. 844. Fig. 845. Fig. 846.

Die **beiden Voreilwinkel** $\delta$ macht man in der Praxis gewöhnlich gleich gross.

Es bezeichnet in Fig. 846:

$r$ die Excentrizität der beiden Excenter,
$\delta$ den Voreilwinkel derselben,
$c$ die halbe Länge der Coulisse gemessen vom Mittelpunkt bis zum Angriffspunkt der Excenterstange,
$u$ die Entfernung des Gleitbackens vom toten Punkt der Coulisse,
$u$ ist positiv zu nehmen bei gesenkter Coulisse,
$u$ „ negativ „ „ „ gehobener „
$l$ die Länge der Excenterstange,
$q$ der Radius der Coulisse,
$l_I$ die Länge der Schieberstange.

Für eine **beliebige** Kurbelstellung dem Drehwinkel $w$ entsprechend ergiebt sich für $X_m$ ($X$ mittel)

$$X_m = l + l_I - \frac{r^2}{2l}\cos^2\delta + (c-u)\frac{l-q}{2\,l\,q} = L.$$

Dieses ist nicht anders möglich, als dass das letzte Glied der Gleichung gleich null wird und daraus ergiebt sich $l = q$.

**Die Coulisse muss nach einem Kreisbogen gekrümmt sein, dessen Länge gleich der Länge der Excenterstange ist.**

# Coulissensteuerung von Stephenson.

**Diagramm für offene Stangen**, $^1/_2$ d. nat. Gr.

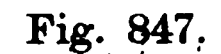


Fig. 847.



$(a = 30,\ r = 60,\ l = 1400,\ c = 150,\ e = 24,\ i = 7).$

$$(a) = {}^1/_2\, r \left(\sin \delta + \frac{c^2 - u^2}{c \cdot l} \cos \delta\right.$$

$$(b) = {}^1/_2\, r \frac{u}{c} \cdot \cos \delta).$$

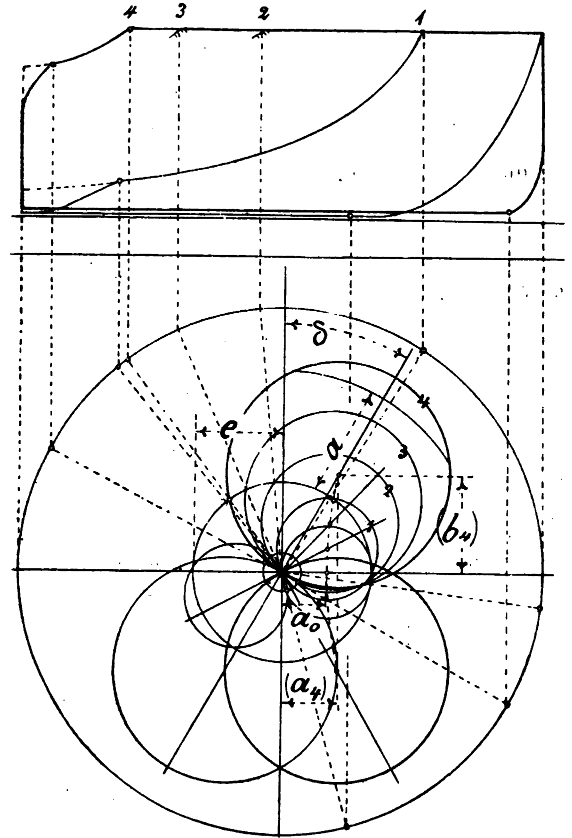
Für $u$ max. $= c$, Fig. 846, ergiebt sich:

| **Verwärts** Voll | Toter Punkt | **Rückwärts** Voll |
|---|---|---|
| $(a_4) = {}^1/_2\, r \sin \delta.$ | $(a_0) = {}^1/_2\, r \sin \delta + {}^1/_2\, r \frac{c}{l} \cos \delta.$ | $(a_4) = {}^1/_2\, r \sin \delta.$ |
| $(b_4) = {}^1/_2\, r \cos \delta.$ | $(b_0) = 0.$ | $(b_4) = -\, {}^1/_2\, r \cos \delta.$ |

# Coulissensteuerung von Stephenson.

**Diagramm für gekreuzte Stangen,** $^1/_2$ d. nat. Gr.

Fig. 848.




($a = 30$, $r = 60$, $l = 1400$, $c = 150$, $e = 24$, $i = 7$).

$$(a) = {}^1/_2\, r\, (\sin\delta - \frac{c^2 - u^2}{c\, l} \cdot \cos\delta).$$

$$(b) = {}^1/_2\, r\, \frac{u}{c} \cos\delta.$$

Für $u$ max. $= c$, Fig. 846, ergiebt sich.

| **Vorwärts** Voll | Toter Punkt | **Rückwärts** Voll |
|---|---|---|
| $(a_4) = {}^1/_2\, r \sin\delta$, | $(a_0) = {}^1/_2\, r \sin\delta - {}^1/_2\, r \frac{c}{l} \cos\delta$, | $(a_4) = {}^1/_2\, r \sin\delta$, |
| $(b_4) = {}^1/_2\, r \cos\delta$. | $(b_0) = 0$. | $(b_4) = -\,{}^1/_2\, r \cos\delta$. |

Für die **Entfernung** $x$ von Mitte Schieberspiegel bis Mitte Schieber (Fig. 846) erhalten wir als Näherungsformel:

offene Stangen: $x = r\left(\sin\delta + \frac{c^2 - u^2}{c\,l}\cos\delta\right)\cos w + \frac{u\,r}{c}\cos\delta\sin w,$

gekreuzte „ $x = r\left(\sin\delta - \frac{c^2 - u^2}{c\,l}\cos\delta\right)\cos w - \frac{u\,r}{c}\cos\delta\sin w.$

Diese Gleichungen haben bessere Formen für Polarordinaten, setzen wir:

$$\textbf{offene}\ \text{Stangen}\ (a) = {}^1\!/_2\, r\left(\sin\delta + \frac{c^2 - u^2}{c\,l}\cos\delta\right),$$

$$(b) = {}^1\!/_2\, r\,\frac{u}{c}\cos\delta,$$

$$\textbf{gekreuzte}\ \text{Stangen}\ (a) = {}^1\!/_2\, r\left(\sin\delta - \frac{c^2 - u^2}{c\,l}\cos\delta\right),$$

$$(b) = {}^1\!/_2\, r\,\frac{u}{c}\cos\delta.$$

so haben wir die **Gleichung eines Kreises,** welcher durch den Mittelpunkt geht.

Nehmen wir nun an, es sei $u$ max. $= c$ und die Führung des Umsteuerhebels sei mit 9 Schlitzen in gleichmässigen Entfernungen versehen, so nimmt $u$ **9 verschiedene Werte** an und zwar:

| **offene** Stangen | | **gekreuzte** Stangen |
|---|---|---|
| $u = c$ | Vorwärts | $u = -c$ |
| $u = {}^3\!/_4\, c$ | Vorwärts | $u = -{}^3\!/_4\, c$ |
| $u = {}^1\!/_2\, c$ | Vorwärts | $u = -{}^1\!/_2\, c$ |
| $u = {}^1\!/_4\, c$ | Vorwärts | $u = -{}^1\!/_4\, c$ |
| $u = 0$ | Toter Punkt | $u = 0$ |
| $u = -{}^1\!/_4\, c$ | Rückwärts | $u = {}^1\!/_4\, c$ |
| $u = -{}^1\!/_2\, c$ | Rückwärts | $u = {}^1\!/_2\, c$ |
| $u = -{}^3\!/_4\, c$ | Rückwärts | $u = {}^3\!/_4\, c$ |
| $u = -c$ | Rückwärts | $u = c$ |

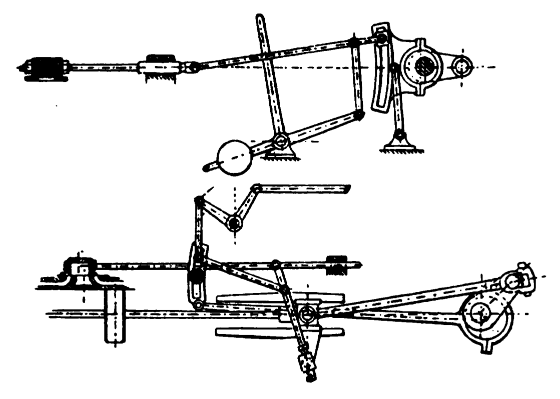
Diese Werte eingesetzt ergiebt:

| | **offene** Stangen | **gekreuzte** Stangen |
|---|---|---|
| Voll **Vorwärts** | $(a) = {}^1\!/_2\, r\sin\delta$ | $(a) = {}^1\!/_2\, r\sin\delta$ |
| | $(b) = {}^1\!/_2\, r\cos\delta$ | $(b) = {}^1\!/_2\, r\cos\delta$ |
| Toter Punkt | $(a) = {}^1\!/_2\, r (\sin\delta \pm {}^1\!/_2\, r\,\frac{c}{l}\cos\delta)$ | $(a) = {}^1\!/_2\, r(\sin\delta - {}^1\!/_2\, r\,\frac{c}{l}\cos\delta)$ |
| | $(b) = 0$ | $(b) = 0$ |
| Voll **Rückwärts** | $(a) = {}^1\!/_2\, r\sin\delta$ | $(a) = {}^1\!/_2\, r\sin\delta$ |
| | $(b) = -{}^1\!/_2\, r\cos\delta$ | $(b) = -{}^1\!/_2\, r\cos\delta.$ |

Wie aus dem Diagramm, Fig. 847, ersichtlich, ist der Dampfkanal nur bei gesenkter Coulisse **ganz geöffnet,** dagegen wird bei den anderen Coulissenstellungen nur **teilweise** geöffnet. Man macht deshalb die Kanäle möglichst **schmal** und **sehr breit**.

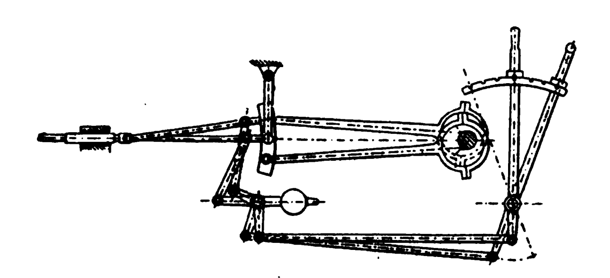
## Coulissensteuerung von Pius Fink.

Fig. 849. 1 Schieber, 1 Coulisse.



## Coulissensteuerung von Heusinger v. Waldegg.

Fig. 850. 1 Schieber, 1 Coulisse.



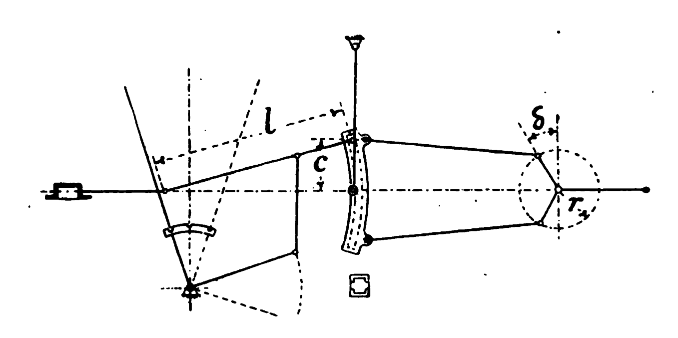
## Coulissensteuerung von Polonceau.

Fig. 851. 2 Schieber, 2 Coulissen.

Die obigen Umsteuerungen sind näher beschrieben in „Zeuner, Schiebersteuerungen“.

# Coulissensteuerung von Gooch.

Fig. 852—853.



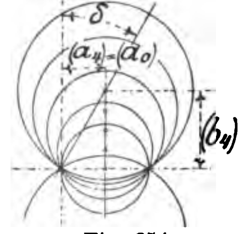




Fig. 854.

**Offene** Stangen

$(a) = \frac{1}{2} r \left(\sin \delta + \frac{c}{l} \cos \delta\right),$

$(b) = \frac{r}{2} \frac{u}{c} \left(\cos \delta - \frac{c}{l} \sin \delta\right).$

Gekreuzte Stangen geben ungünstigere Dampfverteilung und werden für Gooch'sche Coulisse selten angewandt.

**Gekreuzte** Stangen

$(a) = \frac{1}{2} r \left(\sin \delta - \frac{c}{l} \cos \delta\right),$

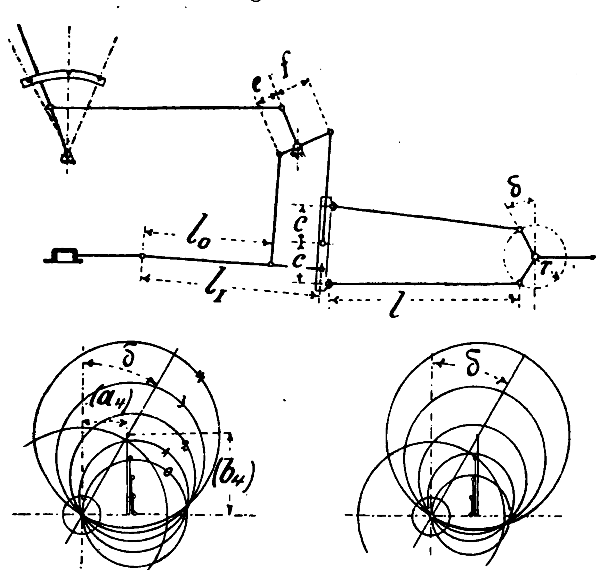
$(b) = \frac{r}{2} \frac{u}{c} \left(\cos \delta + \frac{c}{l} \sin \delta\right).$

$u = +c$ Voll Vorwärts $u = -c$,
$u = 0$ Toter Punkt $u = 0$,
$u = -c$ Voll Rückwärts $u = +c$.

Im Diagramm für offene Stangen, Fig. 854, liegen alle Mittelpunkte der Schieberkreise in einer Geraden, das **Voreilen** ist also für alle Füllungsgrade **constant**.

# Coulissen-Steuerung von Allan.

Fig. 855—857.




| **offene** Stangen: | **gekreuzte** Stangen: |
|---|---|
| $(a) = \frac{1}{2} r \left(\sin\delta + \frac{nc^2 - u^2}{nc\,l} \cos\delta\right)$ | $(a) = \frac{1}{2} r \left(\sin\delta - \frac{nc^2 - u^2}{nc\,l} \cos\delta\right)$ |
| $(b) = \frac{r\,u}{2\,c}\left[\cos\delta - c\frac{(n-1)}{n\,l}\sin\delta\right]$ | $(b) = \frac{r\,u}{2\,c}\left[\cos\delta + c\frac{(n-1)}{n\,l}\sin\delta\right]$ |

Es **muss** sein:

$$n = 1 + \frac{l_I}{lo} \cdot \frac{e}{f}$$

und darin

$$\frac{e}{f} = \frac{lo}{l_I}\left(1 \pm \sqrt{1 + \frac{l}{l_I}}\right)$$

Der Hauptvorteil der Allan'schen Steuerung würde in der **einfachen gradlinigen Form der Coulisse** liegen. Das Diagramm zeigt fast dieselbe Dampfverteilung wie das der Stephenson'schen Coulissensteuerung, nur etwas **gleichmässigeres Voreilen.**

# Die Schieber-Ellipse.

## a. für einfache Schiebersteuerung.

Fig. 858.

Zum leichteren Verständnis des Zeuner'schen Schieberdiagramms führt das Aufzeichnen der **Schieber-Ellipse** Fig. 858. Die endliche Länge der Treibstange soll in nachstehenden Betrachtungen vernachlässigt werden, da es sich nur darum handelt, erstens: das Zeuner'sche Schieberdiagramm verständlich zu machen, und zweitens: die schleichende Schieberbewegung resp. die **Geschwindigkeit,** mit welcher die einzelnen **Kanäle** vom Schieber **geöffnet** oder **geschlossen** werden, zu beobachten.

Man teilt den Durchmesser des Kurbelkreises in 10 Teile, errichtet Senkrechte von einer Horizontalen und trägt die Entfernung von Mitte Schieber bis Mitte Schieberspiegel, also die **Sehnen des Schieberkreises** auf den zugehörigen Verticalen auf. Die Verbindung der gefundenen Punkte giebt die sogenannte **Schieber-Ellipse.** Trägt man nun ferner noch die **äussere Deckung** $e$ und die für den Eintritt erforderliche Kanalweite $a_I$ auf, so giebt die horizontal schraffierte die **wirkliche Eröffnung** des Kanales an.

Im toten Punkt z. B. ist der Kanal um $v$ und in der Kurbelstellung $O\,0{,}4$ um das Stück $n$ offen.

Fig. 858 $^2/_5$ der nat. Gr.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kanalweite | $a_I = 17$ | Innere Deckung | $i = 9$ |
| „ | $a = 20$ | Äusseres Voreilen | $v = 5$ |
| Excentrizität | $r = 45$ | Inneres Voreilen | $v_0 = 20$ |
| Äussere Deckung | $e = 25$ | Voreilwinkel | $\delta = 41$ |

## b. für Meyer'sche und Rider-Steuerung.

Das Aufzeichnen der Kanal-Eröffnungen des Grundschiebers geschieht in derselben Weise wie bei der einfachen Steuerung.

In den Fig. 859 und 860 soll hauptsächlich der **Einfluss** der **Grösse des Voreilwinkels** $\delta_I$ auf die Geschwindigkeit, mit welcher der Kanal geschlossen wird, gezeigt werden und sind folgende Daten zu Grunde gelegt:

Füllung $h = 0{,}3$, Durchlasskanal $a_I = 25$, Kanalweite $a = 29$, Äussere Deckung $e = 15$, Innere Deckung $i = 6{,}5$, Excentrizität des Grundschiebers $r = 44$, Excentrizität des Expansionsschiebers $r_I = 44$, Äusseres lineares Voreilen $v = 3$, Voreilwinkel des Grundschiebers $\delta = 24^0$, Maassstab $^2/_5$ d. nat. Gr.

Voreilwinkel

d. Expans.-Sch. $\delta_I = 90^0$.
Fig. 859.

d. Expans.-Sch. $\delta_I = 60^0$.
Fig. 860.

Fig. 861.

Um nun die Eröffnung des Durchlasskanales zu erhalten, tragen wir die Entfernung der arbeitenden Kanten der Expansionsschieberfläche als Ordinaten auf, so giebt die vertical schraffierte Fläche die Eröffnung des Durchlasskanales an. Ein Vergleich von Fig. 859 mit Fig. 860 zeigt, dass der Dampfeintritt bei $\delta_I = 90^0$ sich günstiger gestaltet als bei $\delta_I = 60^0$, welches an der Grösse des **Eintrittswinkels** $\beta$ sofort erkenntlich.

# Ventilsteuerung.

Ventilsteuerung wird hauptsächlich bei **grösseren Maschinen** (etwa von 700 Hub aufwärts) angewandt.

Fig. 862—864 zeigen doppelsitzige Steuerventile.

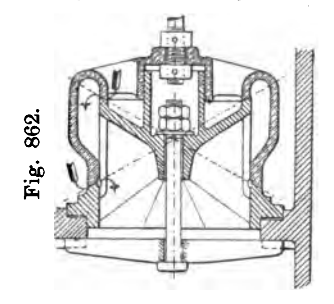


Fig. 862.

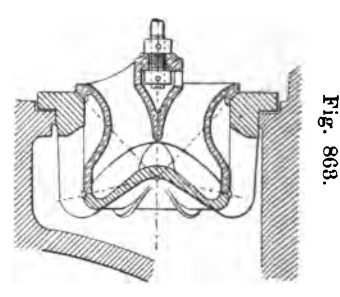


Fig. 863.

Die Constructionen der Ventilmaschinen zeigen eine solche Vielseitigkeit, und sind grösstenteils patentiert oder Special-Constructionen, dass es zu weit führen würde, die einzelnen Systeme zu behandeln und soll deshalb in Nachstehendem nur einiges darüber gesagt sein.

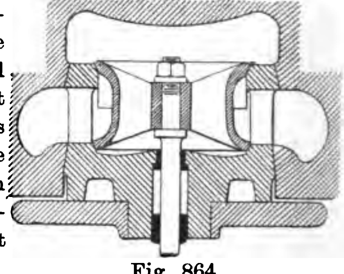


Fig. 864.

Eine für **Fördermaschinen** früher sehr häufig angewandte Ventilsteuerung ist in Fig. 865—866 dargestellt.

*E E* sind die Dampfeinlassventile,
*A A* „ „ Dampfauslassventile,
*D D* „ „ Dampfkanäle, welche nach den beiden Cylinderseiten führen.

Die **Ventilbewegung** erfolgt mittelst Winkelhebel, welch letztere durch ein **Excenter** in Bewegung gesetzt werden. Damit ein sicherer Abschluss der Ventile erfolgt, ist jede Ventilstange an ihrem oberen Ende mit einem Gewicht beschwert.

Die Ventilsteuerung arbeitet genau wie **eine gewöhnliche Muschelschiebersteuerung,** man kann demnach die Stange *M* durch eine **beliebige Coulisse** bewegen, und durch deren Verstellung sowohl die Maschine umsteuern, als auch die Füllung ändern.

Fig. 865.

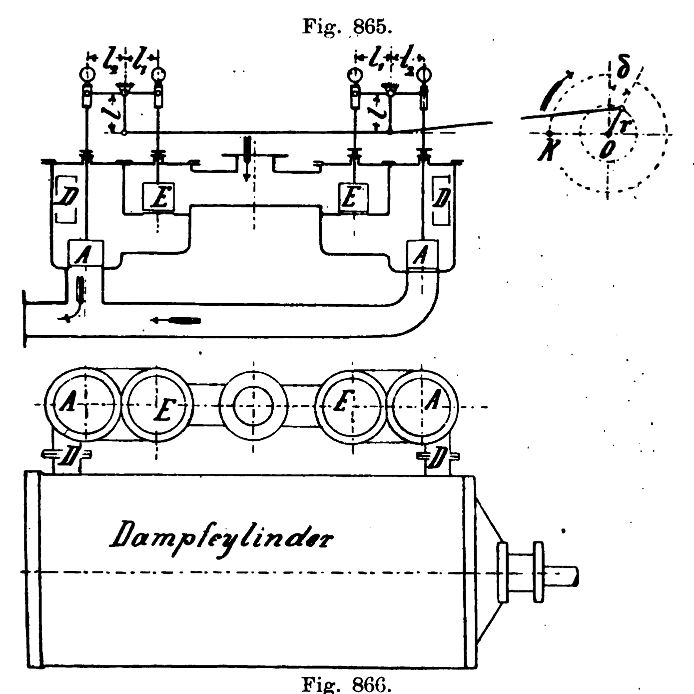



Fig. 866.

Es bezeichne:

*h* den Hub des Ventiles,

*v* das Voreilen,

*s* oberer Spielraum zwischen Hebelende und Schlitz, wenn die Excentrizität in der mittleren Lage steht,

$d_1$ Durchm. der Einlassventile; $d_2$ Durchm. der Auslassventile,

$h_1$ Hub " " $h_2$ Hub " "

$l_1$ Hebellänge der " $l_2$ Hebellänge der "

*l* Hebellänge s. Fig. 865,

so haben wir folgendes:

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{h_2}{h_1}$$

$$r = \frac{l}{l_1}(h + s)$$

$$r \sin \delta = \frac{l}{l_1}(s + v)$$

$$\sin \delta = \frac{l}{l_1} \frac{(s + v)}{r}.$$

## Collmann-Steuerung, Fig. 867 u. 868, der Görlitzer Maschinenbau-Anstalt.



Fig. 867.

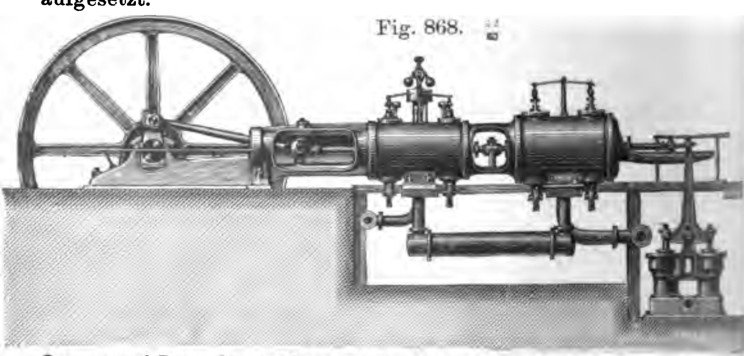
Die Steuerung (Fig. 867) ist im Momente der Eröffnung des Einströmventiles gezeichnet, und bewegt sich die Steuerwelle oben gegen den Cylinder mit gleicher Tourenzahl der Maschine.

Durch das Knie *kni* wird die constante Bewegung von *k*, sowie die vom Regulator aus variable, das Knie durchbiegende Bewegung des Gleitstückes *l*, im Gelenk *i* zur Ventilbewegung vereinigt. Durch die Verschiebung des Gleitstückes *l* wird die Cylinderfüllung zwischen 0 bis 0,9 variable.

Zur Ventilbewegung ist ein im Folgenden beschriebener Gegenhebel-Mechanismus *i t g h* eingeschaltet.

Im ersten Momente der Ventil-Eröffnung legt sich die Schiene *it* infolge der Aufwärtsbewegung von *i* bei *h* gegen die Schiene *gh*, wodurch das oben am Cylinder angeordnete Ventil langsam angehoben wird. Im nächsten Bewegungsmoment aber rückt infolge der abwälzenden Bewegung der zwei Schienen der Berührungspunkt derselben gegen *i* vor und erfolgt eine sehr rasche Ventilbewegung.

In ähnlicher Weise erfolgt der Ventilschluss sehr rasch, jedoch im letzten Bewegungsmoment (ca. $^1/_4$ bis $^1/_2$ mm vor Schluss des Ventiles) wird infolge der entgegengesetzten Abwälzung der zwei Schienen und der Verlegung des Berührungspunktes derselben nach *h* das Ventil langsam auf seinen Sitz aufgesetzt.


Fig. 868.

**Compound-Dampfmaschine mit Condensation und hinter einander liegenden Cylindern.**

# Präcisions-Ventilsteuerung von Recke

**der Hannover'schen Maschinenbau-Anstalt.** Fig. 869.

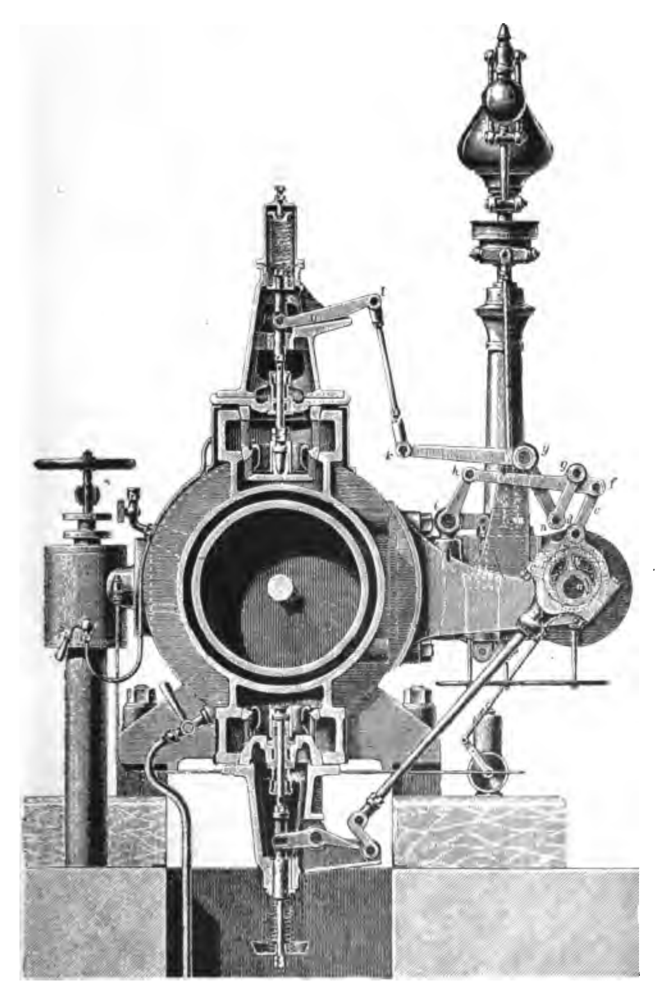


Fig. 869.

# Zwangläufige Ventilsteuerung von Dr. R. Proell.

Fig. 870—871.

Fig. 870.

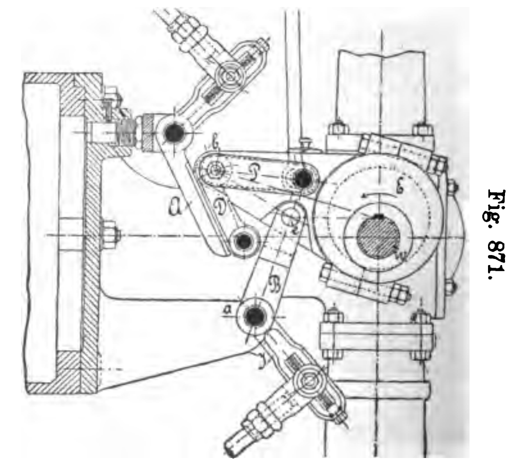


Fig. 871.

S. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1888 Seite 443.

# Zwangläufige Ventilsteuerung von Kliebisch,

## der Cottbuser Maschinenbau-Anstalt. Fig. 872—873.

Fig. 872.

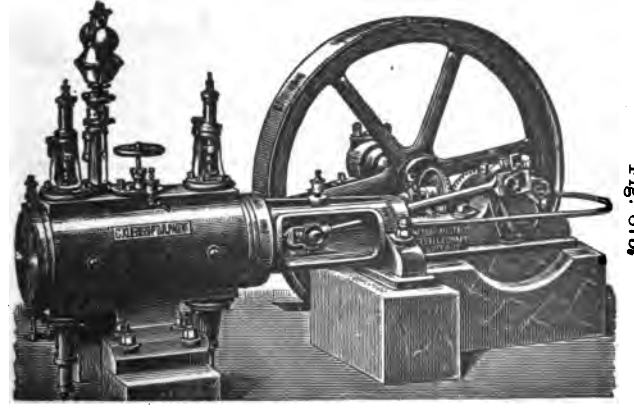


Fig. 873.

# Zwangläufige Ventilsteuerung von Ed. König und der Dampf- und Spinnerei-Maschinenfabrik Chemnitz.

Fig. 874.

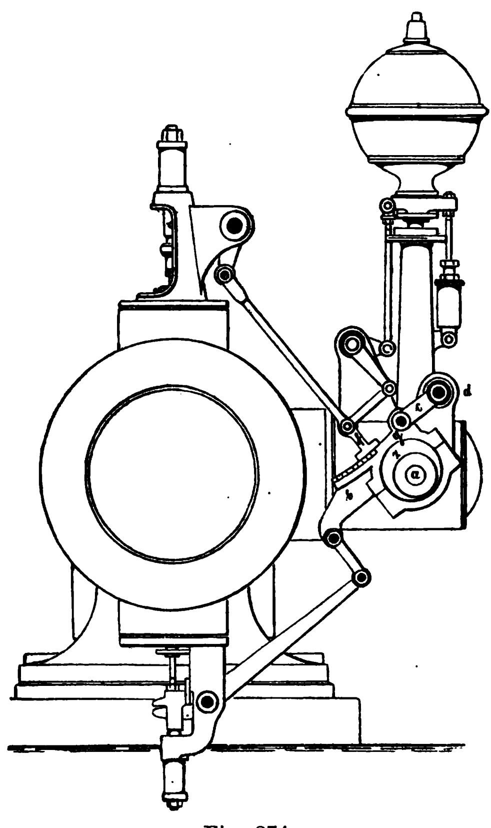



Fig. 874.

Der Excenterring ist mit einer Nase *b* versehen, in *g* aufgehängt und wird durch den Lenker *c* mit einem festen Drehpunkt *d* so gesteuert, dass die inneren Punkte der Nase *b* sich früher und mit kürzerem Wege senken als die äusseren Punkte derselben, entsprechend kleinen resp. grossen Füllungsgraden, welche Bewegung auf den Doppelhebel mittelst Übertrager *f* einwirkt.

(Dinglers polytechn. Journal Jahrg. 1888 No. 3).

# Zwangläufige Ventilsteuerung von Hartung

## der Harzer Actien-Gesellschaft, Nordhausen a/H.

Fig. 875—876.

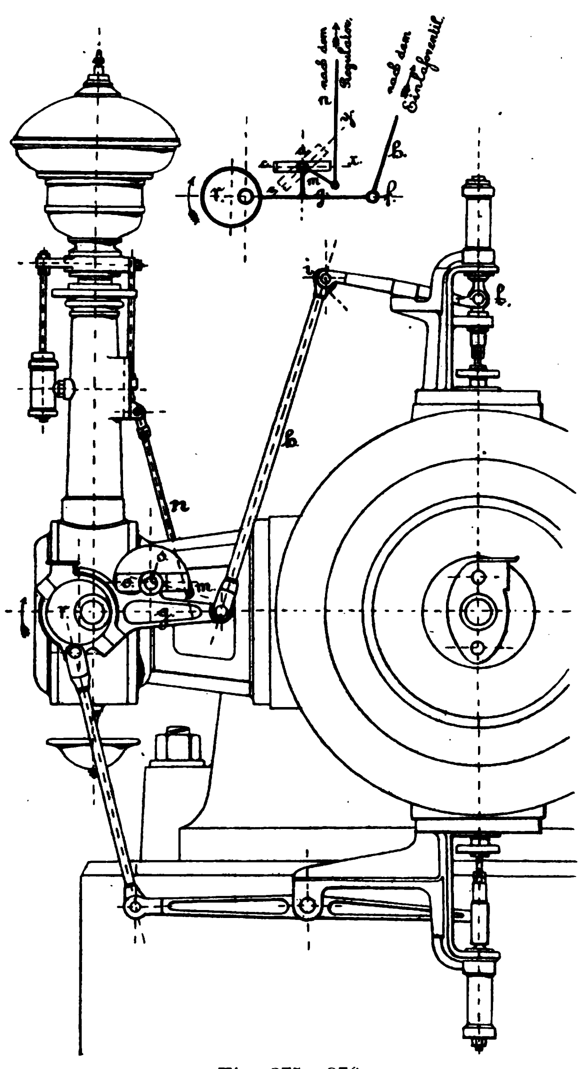



Fig. 875—876.

# Sulzer-Steuerung mit Auslös-Mechanismus.

**Gebr. Sulzer, Winterthur.**

Fig. 877—878.

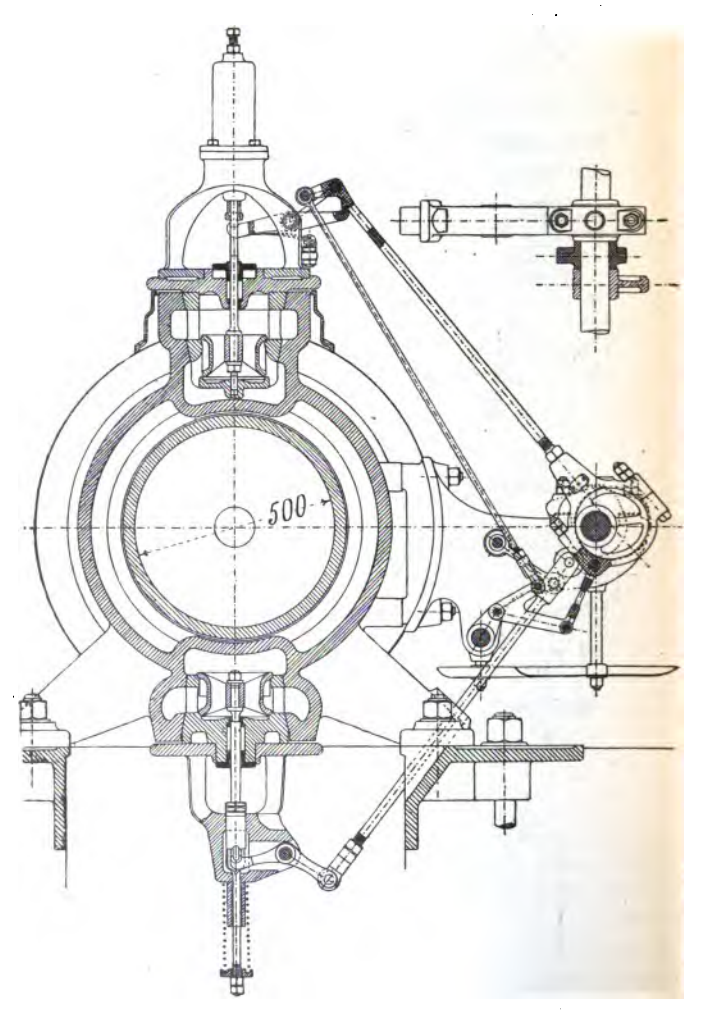



Fig. 877—878.

# **Corliss-Steuerung.** Fig. 879—880.

Fig. 879.

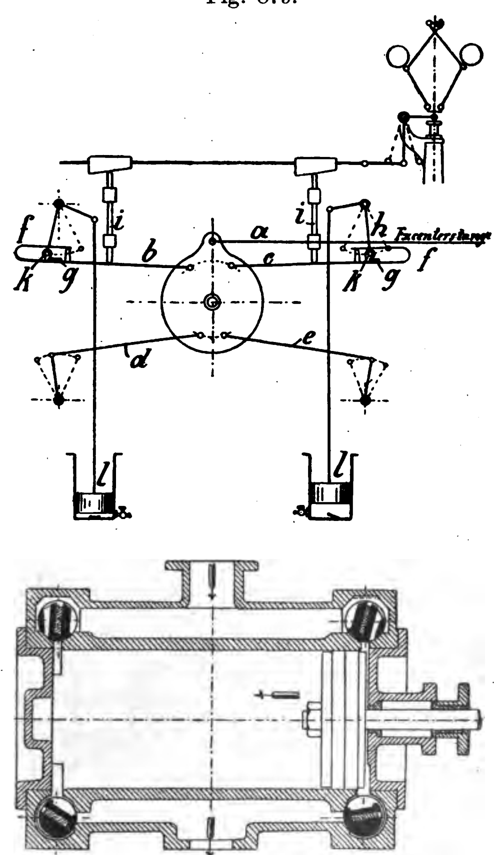



Fig. 880.

Bei allen Corliss-Steuerungen sind immer **4 Steuerungsteile** vorhanden; die Schieber, Hähne etc. stehen nur während der Einströmung mit dem Mechanismus in Verbindung, werden aber plötzlich unabhängig von diesem und schliessen somit sofort.

Besondere Vorteile der Corliss-Steuerung sind:

Sehr kleiner schädlicher Raum,.

Ein sehr schnelles Abschliessen der Einströmung.

In Fig. 879—880 ist eine der **ältesten** Corliss-Steuerungen dargestellt. Vor dem Dampfcylinder, Fig. 880, liegt ein fünfarmiges Hebelwerk, Fig. 879, welches mit Zapfen an einer Scheibe befestigt ist. Der eine Hebel *a*, welcher die Scheibe in **schaukelnde Bewegung** setzt, führt nach dem Excenter; die anderen Hebel *b c d e* führen nach den Corliss-Hähnen. Der Hebel *c* hat eine Feder *f* und einen Knaggen *g*. Wird nun am Hebel *a* geschoben, so wird der Hebel *h* und somit der Hahn in drehende Bewegung gesetzt, bis z. B. der Hebel *c* an ein Hindernis *i* stösst, so wird die Feder *f* nachgeben und der Knaggen *g* vom Bolzen *k* entfernt. Jetzt wird der Hebel durch das Gewicht *l* in seine ursprüngliche Lage plötzlich zurückgeführt und somit der Hahn **geschlossen.** Um das starke Aufschlagen des Gewichtes zu verhindern, ist das Gehäuse des letzteren mit einer Klappe und einem Lufthahn versehen.

Die erste Corliss-Steuerung hat schon eine Menge constructiver Änderungen erfahren, die jedoch hier nicht weiter erwähnt werden sollen.

## Drehschiebersteuerung für veränderl. Expansion,

### Feodor Siegel, Schönebeck a/Elbe. Fig. 881—884.

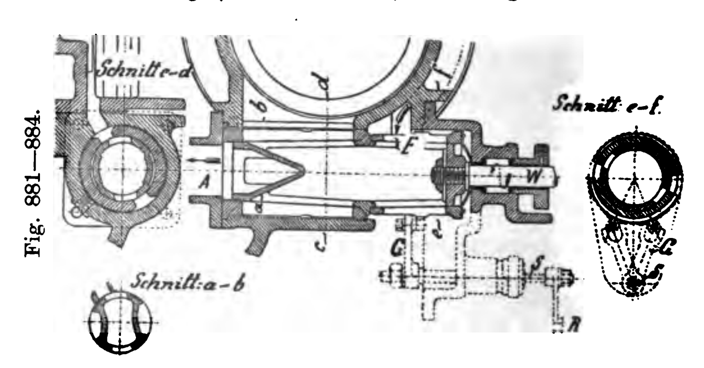


Fig. 881—884.

In Fig. 881—884 bedeutet:

*W* die Spindel für den rotierenden Grunddrehschieber,  
*E* Expansionshaube,  
*R* Hebel für den Regulator-Angriff,  
*S* Spindel für die Gabel *G*, welch letztere mittelst eines Röllchens die Expansionshaube auf den entsprechenden Füllungsgrad einstellt.  
*A* **Kanal** für den Dampfaustritt.

# Abschnitt VII.

## Effect-Berechnung und Dampfverbrauch.

## -Berechnung.

...tarken.

... Füllung $h$ und der

... 118.

... des schädlichen

... Dampfüberdruck an

... Summe der Arbeits-

*d*
ei
nö
las
zu
Ex
Bei
mit
Nor
dem
spie
tige
Buc
schl
fläch

i
der s

# Werte des Spannungscoefficienten *k*.

## Tabelle 118.

| Füllung $h$ | Schädliche Räume $s$. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% | 9% | 10% |
| **0,00** | 0,079 | 0,107 | 0,130 | 0,152 | 0,172 | 0.191 | 0,210 | 0,226 | 0,240 |
| **0,02** | 0,151 | 0,173 | 0,199 | 0,210 | 0.230 | 0,250 | 0,260 | 0,274 | 0,289 |
| **0,04** | 0,204 | 0,224 | 0,246 | 0,257 | 0,275 | 0.292 | 0.302 | 0,314 | 0,328 |
| **0,06** | 0,255 | 0,273 | 0,292 | 0,303 | 0,321 | 0.332 | 0,343 | 0,353 | 0,366 |
| **0,08** | 0,305 | 0,321 | 0,337 | 0,348 | 0,363 | 0,371 | 0,383 | 0,392 | 0,403 |
| **0,10** | 0,356 | 0,369 | 0,381 | 0,392 | 0,403 | 0.412 | 0,422 | 0,432 | 0,440 |
| **0,12** | 0,394 | 0,406 | 0,417 | 0,427 | 0,437 | 0.446 | 0,455 | 0,464 | 0,472 |
| **0,14** | 0,431 | 0,442 | 0,452 | 0,462 | 0,470 | 0.479 | 0,487 | 0,495 | 0,503 |
| **0,16** | 0,467 | 0,477 | 0,486 | 0,496 | 0.502 | 0,511 | 0,518 | 0,525 | 0,533 |
| **0,18** | 0,502 | 0,513 | 0,519 | 0,529 | 0,533 | 0,542 | 0,548 | 0,554 | 0,562 |
| **0,20** | 0,535 | 0,545 | 0,552 | 0,559 | 0,565 | 0,571 | 0,577 | 0,584 | 0,590 |
| **0.22** | 0,564 | 0,573 | 0,578 | 0,586 | 0,592 | 0,597 | 0,603 | 0,609 | 0,615 |
| **0,24** | 0,592 | 0,600 | 0,606 | 0,612 | 0,618 | 0,622 | 0,628 | 0,633 | 0,639 |
| **0,26** | 0,619 | 0,626 | 0,631 | 0,637 | 0,643 | 0,646 | 0,652 | 0,656 | 0,662 |
| **0,28** | 0,645 | 0,651 | 0,655 | 0,661 | 0,667 | 0,669 | 0,675 | 0,678 | 0,683 |
| **0,30** | 0,670 | 0,675 | 0,680 | 0,685 | 0,689 | 0,692 | 0,696 | 0,700 | 0,704 |
| **0,32** | 0,693 | 0,697 | 0,702 | 0,706 | 0,710 | 0,714 | 0,718 | 0,721 | 0,725 |
| **0,34** | 0,715 | 0,718 | 0,723 | 0,726 | 0,730 | 0,739 | 0,738 | 0,741 | 0,745 |
| **0,36** | 0,736 | 0,738 | 0,743 | 0,745 | 0,749 | 0,756 | 0.757 | 0,760 | 0,764 |
| **0,38** | 0,756 | 0,757 | 0,762 | 0,763 | 0,767 | 0,772 | 0,775 | 0,778 | 0,782 |
| **0,40** | 0,773 | 0,775 | 0,779 | 0,781 | 0,784 | 0,787 | 0.794 | 0,797 | 0,800 |
| **0,42** | 0,791 | 0,792 | 0,794 | 0,798 | 0,801 | 0,803 | 0,810 | 0,812 | 0,815 |
| **0,44** | 0,808 | 0,809 | 0,810 | 0,814 | 0,817 | 0,818 | 0,824 | 0,826 | 0,829 |
| **0,46** | 0,824 | 0,825 | 0,823 | 0,829 | 0,832 | 0,834 | 0.837 | 0,839 | 0,842 |
| **0,48** | 0.838 | 0,840 | 0,839 | 0,843 | 0,846 | 0,845 | 0.849 | 0,851 | 0,854 |
| **0,50** | 0,850 | 0,852 | 0,854 | 0,856 | 0,857 | 0,858 | 0,862 | 0,864 | 0,866 |
| **0,55** | 0,879 | 0,881 | 0,883 | 0,885 | 0.886 | 0.886 | 0,889 | 0,890 | 0,891 |
| **0,60** | 0,906 | 0,908 | 0,910 | 0,912 | 0,913 | 0,913 | 0,914 | 0,915 | 0,916 |
| **0,65** | 0,927 | 0,929 | 0,931 | 0,932 | 0,933 | 0,934 | 0,935 | 0,935 | 0,936 |
| **0,70** | 0,947 | 0,949 | 0,951 | 0,952 | 0,953 | 0,953 | 0,954 | 0,954 | 0,955 |
| **0,75** | 0,962 | 0,964 | 0,966 | 0,967 | 0,968 | 0,968 | 0,968 | 0,968 | 0,973 |
| **0,80** | 0,976 | 0,978 | 0,980 | 0,980 | 0,981 | 0,981 | 0,981 | 0,981 | 0,981 |
| **0,90** | 0,994 | 0,995 | 0,995 | 0,995 | 0,996 | 0,997 | 0.997 | 0,998 | 0,998 |

Beispiel. Gegeben: Füllung $h = 0,2$, schädlicher Raum $s = 7\%$, so ist der Spannungscoefficient $k = 0,571$.

# Effect-Berechnung.

Es bezeichne:

$N_i$ die **indicierte** Leistung in Pferdestärken,
$N_e$ „ **effective** „ „ „
$Q$ „ **wirksame Kolbenfläche** in qcm,
$H$ den **Kolbenhub** in m,
$n$ die Anzahl der **Umdrehungen** pro Minute,
$c$ die **Kolbengeschwindigkeit** in m pro Secunde,
$h$ den **Füllungsgrad** bezogen auf $H = 1$,
$p$ die mittlere **Eintrittsspannung** in Atm. abs.,
$k$ den **Spannungscoeffizienten,** abhängig von der Füllung $h$ und der Grösse des schädlichen Raumes $s$, Tabelle 118,
$s$ die auf die Kolbenfläche reducierte Länge des **schädlichen Raumes** auf einer Seite bezogen auf $H = 1$,
$p_m$ den **mittleren** für den Kolben wirksamen **Dampfüberdruck** auf einer Seite in kg pro qcm,
$p_o$ den Gegendruck des abziehenden Dampfes in kg pro qcm,
$\sigma$ die auf die Kolbenfläche reducierte **Summe der Arbeitsverluste** durch Compression, Drosselung des Eintrittsdampfes, verfrühten Austritt und Gegendruck des austretenden Dampfes bei Beginn des Austritts in kg pro qcm,

so ist:

$$c = \frac{2\,H n}{60} = \frac{H n}{30};\ n = \frac{30\,c}{H},$$

$$N_i = \frac{Q\,c\,p_m}{75},$$

der mittlere Kolbenüberdruck:

$$p_m = kp - (p_o + \sigma).$$

Der **Spannungscoeffizient** bestimmt sich nach:

$$k = h + (h + s)\ log.\ nat. \frac{1 + s}{h + s};$$ **Tabelle 118.**

Der **Gegendruck** $p_o$ des abziehenden Dampfes ist abhängig von der Endspannung $w$ und der Grösse der Dampfaustrittkanäle.

**Tabelle 131**, giebt Werte **des Gegendruckes** $p_o$ für **normale** Verhältnisse, ca. 30 m mittlere Geschwindigkeit des abziehenden Dampfes, und für die **Summe der Arbeitsverluste** $\sigma$.

# Werte des Spannungscoefficienten *k*.

## Tabelle 118.

| Füllung $h$ | Schädliche Räume $s$. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% | 9% | 10% |
| **0,00** | 0,079 | 0,107 | 0,130 | 0,152 | 0,172 | 0.191 | 0,210 | 0,226 | 0,240 |
| **0,02** | 0,151 | 0,173 | 0,199 | 0.210 | 0.230 | 0.250 | 0,260 | 0,274 | 0,289 |
| **0,04** | 0,204 | 0,224 | 0,246 | 0,257 | 0,275 | 0.292 | 0,302 | 0,314 | 0,328 |
| **0,06** | 0,255 | 0,273 | 0,292 | 0,303 | 0,321 | 0,332 | 0,343 | 0,353 | 0,366 |
| **0,08** | 0,305 | 0,321 | 0,337 | 0,348 | 0,363 | 0,371 | 0,383 | 0,392 | 0,403 |
| **0,10** | 0,356 | 0,369 | 0,381 | 0.392 | 0,403 | 0.412 | 0,422 | 0,432 | 0,440 |
| **0,12** | 0,394 | 0,406 | 0,417 | 0,427 | 0,437 | 0.446 | 0,455 | 0,464 | 0,472 |
| **0,14** | 0,431 | 0,442 | 0,452 | 0,462 | 0,470 | 0.479 | 0,487 | 0,495 | 0,503 |
| **0,16** | 0,467 | 0,477 | 0,486 | 0,496 | 0.502 | 0,511 | 0,518 | 0,525 | 0,533 |
| **0,18** | 0,502 | 0,513 | 0,519 | 0,529 | 0,533 | 0,542 | 0,548 | 0,554 | 0,562 |
| **0,20** | 0,535 | 0,545 | 0,552 | 0,559 | 0,565 | 0,571 | 0,577 | 0,584 | 0,590 |
| **0.22** | 0,564 | 0,573 | 0,578 | 0,586 | 0,592 | 0,597 | 0,603 | 0,609 | 0,615 |
| **0,24** | 0,592 | 0,600 | 0,606 | 0,612 | 0.618 | 0,622 | 0,628 | 0,633 | 0,639 |
| **0,26** | 0,619 | 0,626 | 0,631 | 0,637 | 0,643 | 0,646 | 0,652 | 0,656 | 0,662 |
| **0,28** | 0,645 | 0,651 | 0,655 | 0,661 | 0,667 | 0,669 | 0,675 | 0,678 | 0,683 |
| **0,30** | 0,670 | 0.675 | 0,680 | 0,685 | 0,689 | 0,692 | 0,696 | 0,700 | 0,704 |
| **0,32** | 0,693 | 0,697 | 0,702 | 0,706 | 0,710 | 0.714 | 0,718 | 0,721 | 0,725 |
| **0,34** | 0,715 | 0,718 | 0,723 | 0,726 | 0,730 | 0,739 | 0,738 | 0,741 | 0,745 |
| **0,36** | 0,736 | 0,738 | 0,743 | 0,745 | 0,749 | 0,756 | 0,757 | 0,760 | 0,764 |
| **0,38** | 0,756 | 0,757 | 0,762 | 0,763 | 0,767 | 0,772 | 0,775 | 0,778 | 0,782 |
| **0,40** | 0,773 | 0,775 | 0,779 | 0,781 | 0,784 | 0,787 | 0.794 | 0,797 | 0,800 |
| **0,42** | 0,791 | 0,792 | 0,794 | 0,798 | 0,801 | 0,803 | 0.810 | 0,812 | 0,815 |
| **0,44** | 0,808 | 0,809 | 0,810 | 0,814 | 0,817 | 0,818 | 0.824 | 0,826 | 0,829 |
| **0,46** | 0,824 | 0,825 | 0,823 | 0,829 | 0,832 | 0,834 | 0,837 | 0,839 | 0,842 |
| **0,48** | 0.838 | 0,840 | 0,839 | 0,843 | 0,846 | 0,845 | 0.849 | 0,851 | 0,854 |
| **0,50** | 0,850 | 0,852 | 0,854 | 0,856 | 0,857 | 0,858 | 0,862 | 0,864 | 0,866 |
| **0,55** | 0,879 | 0,881 | 0,883 | 0,885 | 0.886 | 0.886 | 0,889 | 0,890 | 0,891 |
| **0,60** | 0,906 | 0,908 | 0,910 | 0,912 | 0,913 | 0,913 | 0,914 | 0,915 | 0,916 |
| **0,65** | 0,927 | 0,929 | 0,931 | 0,932 | 0,933 | 0,934 | 0,935 | 0,935 | 0,936 |
| **0,70** | 0,947 | 0,949 | 0,951 | 0,952 | 0,953 | 0,953 | 0,954 | 0,954 | 0,955 |
| **0,75** | 0,962 | 0,964 | 0,966 | 0,967 | 0,968 | 0,968 | 0,968 | 0,968 | 0,973 |
| **0,80** | 0,976 | 0,978 | 0,980 | 0,980 | 0,981 | 0,981 | 0,981 | 0,981 | 0.981 |
| **0,90** | 0,994 | 0,995 | 0,995 | 0,995 | 0,996 | 0,997 | 0.997 | 0,998 | 0,998 |

Beispiel. Gegeben: Füllung $h = 0,2$, schädlicher Raum $s = 7\%$, so ist der Spannungscoefficient $k = 0,571$.

# Die Arbeits-Verluste.

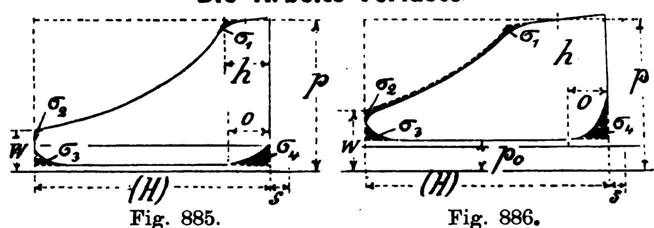



Fig. 885. Fig. 886.

Es bezeichne ferner (auf die Kolbenfläche resp. den ganzen Kolbenweg reduciert):

$\sigma_1$ Arbeitsverlust durch Drosselung des Eintrittdampfes,
$\sigma_2$ „ „ verfrühten Austritt,
$\sigma_3$ „ „ Gegendruck des abziehenden Dampfes,
$\sigma_4$ „ „ Compression,
$\sigma_5$ „ „ Spannungsabfall bei Compoundmasch.,

$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5$ die Summe dieser Verluste.

**Der Arbeitsverlust** $\sigma_1$ **durch Drosselung** des Eintrittsdampfes wächst mit der Grösse des Füllungsgrades $h$; für Maschinen mit gewöhnlicher Schiebersteuerung (Meyer, Rider etc.) ist $\sigma_1$ aus Tabelle 119 zu entnehmen.

## Werte der Drosselung $\sigma_1$. Tabelle 119.

| Füllung . . . $h$ | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ohne Dampfhemd | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,15 | 0,18 | 0,20 | 0,24 | 0,26 | 0,28 |
| Mit Dampfhemd . | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,14 | 0,15 |

Bis $2^0/_0$ **verfrühten Austritt** ist der **Arbeitsverlust** $\sigma_2$ verschwindend klein. Manche Steuerungen bedingen jedoch einen noch früheren Austritt des expandierenden Dampfes (z. B. einfache Schiebersteuerung für kleine Füllungsgrade, Coulissensteuerung etc.). Der dadurch hervorgerufene **Arbeitsverlust** $\sigma_2$ ist in Tabelle 120 angegeben.

## Werte des verfrühten Austritts $\sigma_2$. Tabelle 120.

| Verfrühter Austritt | Ohne Condensation Endspannung $w$ in At. abs. | | | | Mit Condensation Endspann. $w$ in At. abs. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1,2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| 0,02 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,05 | 0,000 | 0,005 | 0,010 | 0,015 | 0,005 | 0,008 | 0,010 |
| 0,10 | 0,003 | 0,015 | 0,030 | 0,040 | 0,020 | 0,025 | 0,030 |
| 0,20 | — | 0,080 | 0,090 | 0,100 | 0,060 | 0,080 | 0,090 |
| 0,30 | — | 0,100 | 0,130 | 0,150 | — | — | — |

Der **Arbeitsverlust** $\sigma_3$ durch Gegendruck des abziehenden Dampfes bei Beginn des Austrittes ist abhängig vom inneren Voreilen $v_0$ und der Endspannung $w$, Tabelle 121.

## Werte des Gegendruckes $\sigma_3$.

### Tabelle 121.

| Inneres Voreilen $v_0$ | Ohne Condensation Endspannung $w$ in At. abs. | | | | Mit Condensation Endspann. $w$ in At. abs. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1,25 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| $v_0 = a$ | 0,000 | 0,003 | 0,010 | 0,030 | 0,005 | 0,010 | 0,020 |
| $v_0 = 0{,}5a$ | 0,005 | 0,008 | 0,015 | 0,040 | 0,010 | 0,050 | 0,080 |
| $v_0 = 0{,}2a$ | 0,020 | 0,030 | 0,040 | 0,070 | 0,040 | 0,080 | 0,120 |
| $v_0 = 0$ | 0,040 | 0,090 | 0,100 | 0,120 | 0,080 | 0,100 | 0,180 |

## Werte der Compression $\sigma_4$.

### Tabelle 122. Ohne Condensation ($p_0 = 1{,}15$).

| Compression $O$ | Schädliche Räume $s$. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% | 9% | 10% |
| 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,025 | 0,016 | 0,015 | 0,014 | 0,013 | 0,012 | 0,009 | 0,008 | 0,006 | 0,005 |
| 0,050 | 0,044 | 0,039 | 0,034 | 0,029 | 0,024 | 0,019 | 0,016 | 0,013 | 0,010 |
| 0,075 | 0,065 | 0,060 | 0,055 | 0,050 | 0,045 | 0,040 | 0,034 | 0,027 | 0,020 |
| 0,10 | 0,109 | 0,097 | 0,080 | 0,063 | 0,056 | 0,053 | 0,049 | 0,048 | 0,047 |
| 0,15 | — | 0,190 | 0,164 | 0,138 | 0,120 | 0,102 | 0,088 | 0,075 | 0,070 |
| 0,20 | | — | 0,244 | 0,228 | 0,204 | 0,180 | 0,160 | 0,140 | 0,120 |
| 0,25 | | | — | 0,312 | 0,288 | 0,265 | 0,248 | 0,230 | 0,210 |
| 0,30 | . | | | — | 0,375 | 0,351 | 0,333 | 0,315 | 0,264 |

### Tabelle 123. Mit Condensation ($p_0 = 0{,}22$).

| Compression $O$ | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% | 9% | 10% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,025 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| 0,050 | 0,005 | 0,004 | 0,003 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| 0,075 | 0,010 | 0,009 | 0,008 | 0,006 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,001 |
| 0,10 | 0,020 | 0,018 | 0,015 | 0,011 | 0,009 | 0,007 | 0,005 | 0,003 | 0,002 |
| 0,15 | 0,037 | 0,033 | 0,029 | 0,024 | 0,020 | 0,018 | 0,016 | 0,014 | 0,012 |
| 0,20 | 0,058 | 0,054 | 0,047 | 0,040 | 0,036 | 0,032 | 0,028 | 0,024 | 0,022 |
| 0,25 | 0,077 | 0,072 | 0,065 | 0,057 | 0,054 | 0,051 | 0,045 | 0,037 | 0,034 |
| 0,30 | 0,108 | 0,099 | 0,087 | 0,075 | 0,068 | 0,060 | 0,057 | 0,054 | 0,051 |

Der in Tabelle 122 u. 123 angegebene **Arbeitsverlust $\sigma_4$ durch Compression** ist abhängig von der Compressionsdauer $O$ und der Gegendruck-Dampfspannung $p_0$. Die Grösse des schädlichen Raumes richtet sich nach der Construction der Steuerung und beträgt Tabelle 124.

## Grösse des schädlichen Raumes $s$,

### reduciert auf die Kolbenfläche für $H = 1$.

### Tabelle 124.

| Art der Steuerung. | | | |
|---|---|---|---|
| Normalien. Abschnitt III. | halb. Schieber Fig. 243—246 und Kolbenschieber Fig. 831—842 | Ventil | Corliss-hahn |
| 0,06—0,08 | 0,03—0,06 | 0,04 | 0.025 |

Die obigen Werte für $s$ gelten für **normale Kolbengeschwindigkeiten** $c$ etwa gleich denen in Tabelle 92 angegebenen.

Bei **schnelllaufenden** Maschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit kann der schädliche Raum $s$ bis zum doppelten Werte steigen.

Die der **öconomisch günstigsten Leistung** einer Maschine bei mittleren Brennstoffpreisen entsprechende **Endspannung** $w$ ist nach Tabelle 125 und 126 zu wählen.

Die öconomisch günstigste Leistung einer Maschine ist diejenige, bei welcher die Kosten des Maschinenbetriebes einschliesslich Verzinsung, Amortisation und Reparaturen der Maschine und des Dampfkessels zu einem Minimum werden.

## **Vorläufige Werte** von $p_m$

### für die nominelle Leistung (mit und ohne Condensation), für Überschlagsrechnungen genügend.

| | Admissionsspannung in Atm. abs. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| $p_m =$ | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,1 |

# Werte der Endspannung *w*

## in At. abs. für die öconomisch vorteilhafteste Normalleistung.

### Tabelle 125. Eincylinder-Maschinen.

| Indiz. Pfst. $N_i$ | Auspuff-Maschinen. Admissionsspannung $p$ in At. abs. 4—5,5 | 6—7,5 | 8—9 | 10 | Condensations-Maschinen. 4—5,5 | 6—7,5 | 8—9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2—5 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | — | — | — | — |
| 5—10 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 2,1 | — | — | — | — |
| 10—50 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 2,0 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| 50—100 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| 100—200 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| 200 u. mehr | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |

### Tabelle 126. Compound-Maschinen.

| Indiz. Pfst. $N_i$ | Auspuff 4—5,5 | 6—7,5 | 8—9 | 10 | Condensation 4—5,5 | 6—7,5 | 8—9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10—50 | — | — | 1,6 | 1,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| 50—100 | — | — | 1,5 | 1,6 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,9 |
| 100—500 | — | — | 1,4 | 1,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| 500 u. mehr | — | — | 1,3 | 1,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |

Beispiel: Die günstigste Endspannung *w* ist für eine Eincyl.-Maschine mit Condensation von $N_i = 150$ Pferdekraft und 7 At. abs. Admissionsspannung laut Tabelle = 0,8 At. abs. Der entsprechende Füllungsgrad ist aus Tabelle 127 zu entnehmen und beträgt bei 7 % schädl. Raum 0,052.

# Werte der Füllungen $h$ bei gegebener Endspannung $w$

unter Berücksichtigung der Grösse des schädlichen Raumes von 3 bis 7 Prozent.

**Tabelle 127.**

| At. abs. | $p$ = 8 At. abs. | | | $p$ = 7 At. abs. | | | $p$ = 6 At. abs. | | | $p$ = 5 At. abs. | | | $p$ = 4 At. abs. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $w$ | $s$ = 3% | 5% | 7% | 3% | 5% | 7% | 3% | 5% | 7% | 3% | 5% | 7% | 3% | 5% | 7% |
| **0,6** | 0,047 | 0,027 | 0,012 | 0,058 | 0,040 | 0,021 | 0,073 | 0,055 | 0,037 | 0,093 | 0,076 | 0,059 | 0,124 | 0,106 | 0,090 |
| **0,7** | 0,061 | 0,042 | 0,023 | 0,073 | 0,055 | 0,037 | 0,090 | 0,072 | 0,054 | 0,114 | 0,097 | 0,080 | 0,150 | 0,134 | 0,118 |
| **0,8** | 0,073 | 0,055 | 0,037 | 0,088 | 0,070 | 0,052 | 0,107 | 0,090 | 0,072 | 0,135 | 0,118 | 0,101 | 0,176 | 0,160 | 0,144 |
| **0,9** | 0,086 | 0,068 | 0,053 | 0,103 | 0,085 | 0,067 | 0,124 | 0,107 | 0,096 | 0,155 | 0,139 | 0,123 | 0,202 | 0,186 | 0,171 |
| **1,0** | 0,098 | 0,081 | 0,064 | 0,117 | 0,100 | 0,083 | 0,141 | 0,125 | 0,108 | 0,176 | 0,160 | 0,144 | 0,229 | 0,212 | 0,197 |
| **1,2** | 0,127 | 0,107 | 0,095 | 0.147 | 0,130 | 0,113 | 0,174 | 0,160 | 0,144 | 0,217 | 0,202 | 0,183 | 0,279 | 0,265 | 0,251 |
| **1,4** | 0,150 | 0,133 | 0,117 | 0,176 | 0,160 | 0,144 | 0,210 | 0,195 | 0,179 | 0,255 | 0,244 | 0,229 | 0,337 | 0.318 | 0,305 |
| **1,6** | 0,178 | 0,160 | 0,144 | 0,205 | 0,190 | 0,174 | 0,244 | 0,230 | 0,215 | 0,299 | 0,286 | 0,272 | 0,389 | 0,370 | 0,358 |
| **1,8** | 0,202 | 0,186 | 0,171 | 0,234 | 0,220 | 0,205 | 0,279 | 0,265 | 0,251 | 0,340 | 0,328 | 0,315 | 0,434 | 0,422 | 0,412 |
| **2,0** | 0,227 | 0,212 | 0,197 | 0,265 | 0,250 | 0,235 | 0,313 | 0,300 | 0,287 | 0,382 | 0,370 | 0,358 | 0,485 | 0,475 | 0,465 |
| **2,5** | 0,292 | 0,278 | 0,264 | 0,337 | 0,325 | 0,312 | 0,399 | 0,387 | 0,375 | 0,485 | 0,475 | 0,465 | 0,614 | 0,606 | 0,600 |
| **3,0** | 0,356 | 0,343 | 0,331 | 0,411 | 0,400 | 0,390 | 0.485 | 0,475 | 0,465 | 0,588 | 0,580 | 0,572 | 0,742 | 0,737 | 0,732 |
| **3,5** | 0,420 | 0,409 | 0,398 | 0,485 | 0,475 | 0,405 | 0,571 | 0,562 | 0,554 | 0,693 | 0,685 | 0,679 | 0,871 | 0,868 | 0,862 |
| **4,0** | 0,485 | 0,475 | 0,465 | 0,558 | 0,550 | 0,541 | 0,656 | 0,650 | 0,643 | 0,794 | 0,790 | 0,786 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| **4,5** | 0.549 | 0,540 | 0,531 | 0,632 | 0,625 | 0,617 | 0,742 | 0,737 | 0,731 | 0,897 | 0,893 | 0,890 | — | — | — |
| **5,0** | 0,610 | 0,600 | 0,599 | 0,705 | 0,700 | 0,695 | 0,830 | 0,821 | 0,811 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | — | — | — |

Beispiel: Gegeben ist Endspannung $w = 1,2$ At. abs., der schädliche Raum $s = 5\%$ und die Admissionsspannung $p = 7$ At. abs., so ist der Füllungsgrad $h = 0,13$.

# Vorläufige Wirkungsgrade $\eta$ und $\frac{1}{\eta}$

für normale Verhältnisse und für die öconomisch günstigste Endspannung $w$. **Tabelle 128.**

| $\frac{N_e}{c}$ | Auspuffmaschinen | | | Condensationsmaschinen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Eincylinder | | | Compound | | |
| | $\frac{N_i}{c}$ | $\eta$ | $\frac{1}{\eta}$ | $\frac{N_i}{c}$ | $\eta$ | $\frac{1}{\eta}$ | $\frac{N_i}{c}$ | $\eta$ | $\frac{1}{\eta}$ |
| **3** | *4* | 0,68 | 1,47 | — | — | — | — | — | — |
| **4** | *5* | 0,69 | 1,44 | — | — | — | — | — | — |
| **5** | *7* | 0,70 | 1,43 | — | — | — | — | — | — |
| **6** | *8* | 0,71 | 1,41 | — | — | — | — | — | — |
| **8** | *11* | 0,72 | 1,39 | — | — | — | — | — | — |
| **10** | *13* | 0,73 | 1,37 | *14* | 0,70 | 1,43 | — | — | — |
| **12** | *16* | 0,74 | 1,35 | *16* | 0,71 | 1,41 | — | — | — |
| **16** | *21* | 0,75 | 1,33 | *21* | 0,72 | 1,39 | — | — | — |
| **20** | *26* | 0,76 | 1,31 | *27* | 0,73 | 1,37 | *28* | 0,71 | 1,41 |
| **25** | *32* | 0,77 | 1,30 | *33* | 0,74 | 1,35 | *34* | 0,72 | 1,39 |
| **30** | *38* | 0,78 | 1,28 | *39* | 0,75 | 1,33 | *41* | 0,73 | 1,37 |
| **40** | *50* | 0,79 | 1,26 | *52* | 0,76 | 1,31 | *54* | 0,74 | 1,35 |
| **50** | *62* | 0,80 | 1,25 | *65* | 0,77 | 1,30 | *66* | 0,75 | 1,33 |
| **70** | *86* | 0,81 | 1,23 | *89* | 0,78 | 1,28 | *91* | 0,76 | 1,31 |
| **100** | *122* | 0,82 | 1.22 | *126* | 0,79 | 1,26 | *130* | 0,77 | 1,30 |
| **150** | *180* | 0,83 | 1,20 | *187* | 0,80 | 1.25 | *192* | 0,78 | 1,28 |
| **250** | *297* | 0,84 | 1,19 | *307* | 0,81 | 1,23 | *315* | 0,79 | 1,26 |
| **500** | *590* | 0,85 | 1,18 | *610* | 0,82 | 1,22 | *625* | 0,80 | 1,25 |
| **1000** | *1160* | 0,86 | 1,16 | *1200* | 0,83 | 1,20 | *1230* | 0,81 | 1,23 |
| **1500** | *1725* | 0,87 | 1,15 | *1785* | 0,84 | 1,19 | *1830* | 0,82 | 1,22 |
| **2000** | *2240* | 0,88 | 1,12 | *2320* | 0,85 | 1,18 | *2400* | 0,83 | 1.20 |

$l = l' + l''$ **Leergangs-Widerstand** für Auspuff-Maschinen,
$l = l'_c + l''_c$ " " " Condens.-Maschinen,
$\mu$ **Coefficient der zusätzlichen Reibung** für Eincyl.-Maschinen,
$\mu_z$ " " " " " Zweicyl.- "
dann ist die effective Leistung für:

$$\textbf{Eincyl.}\text{-Masch.:}\quad N_e = \frac{Q\,c\,(p_m - l)}{75\,(1 + \mu)};$$

$$\textbf{Zweicyl.}\text{-Masch.:}\quad N_e = \frac{Q\,c\,(p_m - l)}{75\,(1 + \mu_z)}.$$

**Werte von $l''$, $l''_c$, $\mu$, $\mu_z$.**
**Tabelle 129.**

| $D$ | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
|---|---|---|---|---|---|
| $l''$ | 0,13 | 0,07 | 0,04 | 0,03 | 0,02 |
| $l''_c$ | 0,22 | 0,11 | 0,07 | 0,05 | 0,04 |
| $\mu$ | 0,18 | 0,14 | 0,12 | 0,10 | 0,08 |
| $\mu_z$ | 0,20 | 0,16 | 0,13 | 0,11 | 0,10 |

**Werte von $l'$, $l'_c$.**
**Tabelle 130.**

| $p$ | 4 | 6 | 8 |
|---|---|---|---|
| $l'$ | 0,08 | 0,10 | 0,12 |
| $l'_c$ | 0,12 | 0,14 | 0.16 |

$p$ Dampfdruck in At.

Bei sorgfältig ausgeführten und gut eingelaufenen Maschinen ist der Coefficient der zusätzlichen Reibung $\mu$ bis zu 30% kleiner anzunehmen.

## Der Arbeitsverlust $\sigma$ für normale Verhältnisse.

Für die in Abschnitt III behandelten Normalien und für nominelle Leistung der Maschine können $\sigma$ und $p_o$ aus Tabelle 131 entnommen werden.

## Werte für Arbeitsverlust $\sigma$ und Gegendruck $p_o$ für normale Verhältnisse.

### Tabelle 131.

| | Eincylinder-Maschine | | | Compound |
|---|---|---|---|---|
| | Auspuff o C ohne Dampfhemd | Auspuff o C mit Dampfhemd | Condensat. m C mit Dampfhemd | Condensat. mit Dampfhemd |
| $\sigma_1 =$ | 0,14 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| $\sigma_2 =$ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| $\sigma_3 =$ | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| $\sigma_4 =$ | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| $\sigma_5 =$ | — | — | — | 0,11 |
| $\sigma =$ | 0,20 | 0,10 | 0,08 | 0,19 |
| $p_o =$ | 1,15 | 1,15 | 0,22 | 0,21 |
| $p_o + \sigma =$ | **1,35** | **1,25** | **0,30** | **0,40** |

**Beispiel:**

Die **nominelle Leistung** der Maschine $D = 0,4$ m, $H = 0,7$ m, $n = 85$, $p = 7$ At. abs. ist zu bestimmen (Steuerung o C oder m C)

Wirksame Kolbenfläche $= 1256,6 - 28,3 = \sim 1228$ qcm,

$$\text{Kolbengeschwindigkeit } c = \frac{2 \cdot H \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot 0,7 \cdot 85}{60} = 1,98 \text{ m.}$$

Der schädliche Raum ist nach Tabelle 124 = 7% anzunehmen.

**a. Als Auspuffmaschine ohne Dampfhemd.**

Endspannung nach Tabelle 125 . . . $w = 1,6$ At. abs.,

Füllung „ „ 127 . . . $h = 0,17$,

Spannungscoeffizient nach Tabelle 118 $k = 0,526$,

Gegendruck $p_o$ nach Tabelle 131 . . 1,15 }
Arbeitsverlust $\sigma$ „ „ 131 . . 0,20 } $p_o + \sigma = 1,35$,

somit ist:

$$p_m = kp - (p_o + \sigma) = 0,526 \cdot 7 - (1,15 + 0,2) = 2,33 \text{ kg pr. qcm.}$$

$$N_i = \frac{Q\,c\,p_m}{75} = \frac{1228 \cdot 1,98 \cdot 2,33}{75} = 75,5.$$

Der Leergangs-Widerstand ist nach Tabelle 129 und 130

$$l = l' + l'' = 0,11 + 0,07 = 0,18.$$

Die zusätzliche Reibung $\mu = 0,14$.

Folglich die effective Leistung:

$$N_e = \frac{Q\,c\,(p_m - l)}{75\,(1 + \mu)} = \frac{1228 \cdot 1,98\,(2,33 - 0,18)}{75\,(1 + 0,14)} = \sim 60 \text{ Pfst.}$$

### b. Als Condensationsmaschine.

Endspannung nach Tab. 125 . . . $w = 0{,}9$ At. abs.,
Füllung nach Tab. 127 . . . . . . $h = 0{,}07$,
Spannungscoefficient nach Tab. 118 $k = \frac{0{,}332 + 0{,}371}{2} = \sim 0{,}35$,
Gegendruck $p_0$ nach Tab. 131 . . 0,22
Arbeitsverlust $\sigma$ „ „ 131 . . 0,08 } $p_0 + \sigma = 0{,}30$,
somit ist:

$$p_m = kp - (p_0 + \sigma) = 0{,}35 \cdot 7 - 0{,}3 = 2{,}15,$$

$$N_i = \frac{Q\,c\,p_m}{75} = \frac{1228 \cdot 1{,}98 \cdot 2{,}15}{75} \doteq \sim 70.$$

Der Leergangswiderstand ist nach Tab. 129 u. 130

$$l = l'_c + l''_c = 0{,}15 + 0{,}11 = 0{,}26,$$

die zusätzliche Reibung $\mu = 0{,}14$,
folglich die effective Leistung:

$$N_e = \frac{Q\,c\,(p_m - l)}{75\,(1 + \mu)} = \frac{1228 \cdot 1{,}98\,(2{,}15 - 0{,}26)}{75 \cdot (1 + 0{,}14)} = \sim 53 \text{ Pfst.}$$

### Die Maximalleistung.

Als grössten Füllungsgrad $h$ nimmt man gewöhnlich für Eincylinder-Transmissionsdampfmaschinen mit vom Regulator beeinflusster Steuerung 0,6 an und bezeichnet die dieser Füllung entsprechende Leistung als Maximalleistung.

## Werte für Arbeitsverlust $\sigma$ und Gegendruck $p_0$ für die Maximalleistung.

### Tabelle 132.

| | $h = 0{,}6$, $p = 7$ At. abs. Eincylinder-Maschine | | | Hochdruck $h' = 0{,}5$ Compound |
|---|---|---|---|---|
| | Auspuff o C, ohne Dampfhemd | Auspuff o C, mit Dampfhemd | Condensat. m C mit Dampfhemd | Condensat. mit Dampfhemd |
| $\sigma_1 =$ | 0,26 | 0,14 | 0,14 | 0,13 |
| $\sigma_2 =$ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| $\sigma_3 =$ | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,08 |
| $\sigma_4 =$ | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| $\sigma_5 =$ | — | — | — | 0,20 |
| $\sigma =$ | 0,37 | 0,25 | 0,25 | 0,44 |
| $p_0 =$ | 1,20 | 1,20 | 0,35 | 0,30 |
| $p_0 + \sigma =$ | **1,57** | **1,45** | **0,60** | **0,74** |

## Werte der nominellen und Maximal-Leistung.

### Eincylinder-Auspuffmaschinen, Steuerung der Normalien o C.

### Tabelle 133.

| Hub. | Durchm | | | | % | Nominelle Leistung; $p = 7$ At. abs. | | | | | | | | | | Pro indiz. Pfst. und Stunde. | | Maximal-Leistung $h = 0{,}6$, $p = 7$ At. abs. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $D$ | $n$ | $c$ | $Q$ | $s$ | $w$ | $h$ | $k$ | $p_o$ | $\sigma$ | $p_m$ | $N_i$ | $\eta$ | $N_e$ | | Dampf kg | Kohle kg | $N_e$ | Dampf pro $N_i$ | Kohle pro $N_i$ |
| **300** | **200** | 150 | 1,50 | 309 | 8 | 1,8 | 0,2 | 0,577 | 1,15 | 0,20 | 2,68 | 16 | 0,72 | 11 | **10** | 20 | 2,9 | 22 | 23 | 3,3 |
| **400** | **250** | 120 | 1,60 | 476 | 8 | 1,7 | 0,18 | 0,548 | 1,15 | 0,20 | 2,47 | 25 | 0,74 | 18 | **15** | 18 | 2,6 | 30 | 21 | 3,0 |
| **500** | **300** | 106 | 1,76 | 687 | 8 | 1,7 | 0,18 | 0,548 | 1,15 | 0,20 | 2,47 | 39 | 0,75 | 29 | **25** | 17 | 2,5 | 50 | 20 | 2,9 |
| **600** | **350** | 95 | 1,90 | 938 | 7 | 1,6 | 0,17 | 0,527 | 1,15 | 0,20 | 2,33 | 55 | 0,77 | 42 | **40** | 16 | 2,4 | 75 | 19 | 2,7 |
| **700** | **400** | 85 | 1,98 | 1228 | 7 | 1,6 | 0,17 | 0,527 | 1,15 | 0,20 | 2,33 | 75 | 0,78 | 58 | **55** | 15 | 2,15 | 100 | 19 | 2,7 |
| **800** | **450** | 77 | 2,05 | 1557 | 7 | 1,6 | 0,17 | 0,527 | 1,15 | 0,20 | 2,33 | 90 | 0,79 | 78 | **75** | 14,5 | 2,1 | 140 | 18 | 2,6 |
| **900** | **500** | 70 | 2,10 | 1925 | 6 | 1,5 | 0,16 | 0,502 | 1,15 | 0,20 | 2,16 | 116 | 0,80 | 92 | **90** | 14 | 2 | 180 | 18 | 2,6 |
| **1000** | **550** | 65 | 2,16 | 2331 | 6 | 1,5 | 0,16 | 0,502 | 1,15 | 0,20 | 2,16 | 145 | 0,80 | 116 | **110** | 13 | 1,9 | 230 | 17 | 2,5 |

# **Eincylinder-Condensations-Maschinen,** Steuerung nach Normalien in C.

## Tabelle 134.

| Hub | Durchm. | | | | % | Nominelle Leistung; $p = 7$ At. abs. | | | | | | | | | | Pro indiz. Pfst. und Stunde. | | Maximal-Leistung $h = 0,6$, $p = 7$ At. abs. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $D$ | $n$ | $c$ | $Q$ | $s$ | $w$ | $h$ | $k$ | $p_0$ | $\sigma$ | $p_m$ | $N_i$ | $\eta$ | $N_e$ | | Dampf kg | Kohle kg | $N_e$ | Dampf pro $N_i$ | Kohle pro $N_i$ |
| **500** | **300** | 106 | 1,76 | 687 | 8 | 1,03 | 0,08 | 0,38 | 0,22 | 0,08 | 2,36 | 38 | 0,72 | 27 | **25** | 14 | 2 | 60 | 17 | 2,4 |
| **600** | **350** | 95 | 1,9 | 938 | 7 | 0,9 | 0,07 | 0,37 | 0,22 | 0,08 | 2,15 | 51 | 0,73 | 37 | **35** | 13 | 1,9 | 90 | 17 | 2,4 |
| **700** | **400** | 85 | 1,98 | 1228 | 7 | 0,9 | 0,07 | 0,37 | 0,22 | 0,08 | 2,15 | 70 | 0,75 | 52 | **50** | 12,5 | 1,8 | 130 | 16 | 2,3 |
| **800** | **450** | 77 | 2,05 | 1557 | 7 | 0,9 | 0,07 | 0,37 | 0,22 | 0,08 | 2,15 | 92 | 0,76 | 70 | **65** | 12 | 1,8 | 170 | 16 | 2,3 |
| **900** | **500** | 70 | 2,10 | 1925 | 6 | 0,85 | 0,067 | 0,34 | 0,22 | 0,08 | 2,08 | 112 | 0,76 | 85 | **80** | 11,5 | 1,7 | 210 | 15 | 2,2 |
| **1000** | **550** | 65 | 2,16 | 2331 | 6 | 0,85 | 0,067 | 0,34 | 0,22 | 0,08 | 2,08 | 139 | 0,77 | 107 | **100** | 11 | 1,6 | 260 | 15 | 2,2 |

Die **fettgedruckte** Anzahl der Pferdekräfte ist für die nominelle Bezeichnung geeignet. Der Dampf- u. Kohlenverbrauch sind in kg pro indiz. Pferdekraft u. Stunde angegeben. Je kleiner der schädliche Raum $s$, desto grösser bei gleicher Leistung die Füllung $h$. Soll z. B. die Maschine $^{400}/_{700}$ bei $s = 4\%$ 75 indiz. Pferdestärke leisten, so ist annähernd $h = 0,17 + 0,07 - 0,04 = 0,20$ Füllung.

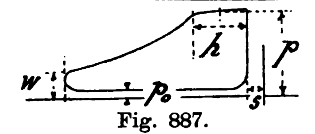



Fig. 887.

## **Effect-Berechnung der Compound-Maschine.**

Die **Leistung** der **Compound**-Maschine ist gleich der einer Eincylinder-Maschine mit dem **grossen Cylinder,** bei welcher **dieselbe Gesamtexpansion** stattfindet wie bei der Compound-Maschine.

Die Gesamtexpansion ist: $\frac{\text{Admissionsdruck abs.}}{\text{Endspannung abs.}} = \frac{p}{w}$.

Es bezeichne wieder (s. auch Fig. 889—890):

$h$, $s$, $w$ Füllung, schädl. Raum, Endspannung,
$d$, $h'$, $s'$, $w'$ Werte für den **Hochdruckcylinder,**
$D$, $h''$, $s''$, $w''$ „ „ „ **Niederdruckcylinder,**
$\frac{V}{v}$ das Verhältnis der Cylindervolumen,
$Q$ den **Querschnitt** des Niederdruckcylinders,
$h_i$ die ideelle Füllung, reduciert auf den grossen Cylinder, entsprechend der Gesamtexpansion des Dampfes,
$s_i = \frac{s''}{\frac{V}{v}}$ der zur Bestimmung von $p_m$ einzuführende ideelle Wert für den schädlichen Raum.

Dann ist bei gleichem Hub beider Cylinder (von Spannungsabfall abgesehen)

| ohne Berücksichtigung des schädl. Raumes | **mit Berücksichtigung des schädl. Raumes** |
|---|---|
| $\frac{V}{v \cdot h'} = \frac{p}{w''} = \frac{1}{h'} \cdot \frac{1}{h''}$ | $\frac{V \cdot (1 + s'')}{v \cdot (h' + s')} = \frac{p}{w''} = \frac{1}{h' + s'} \cdot \frac{1}{h'' + s''}$ |

**Beispiel:** Die nominelle Leistung einer Compound-Maschine mit Condensation ist zu bestimmen, gegeben sind:

Durchmesser des Hochdruckcylinders . . . $d = 400$ mm,
„ „ Niederdruckcylinders . . $D = 610$ „
Gemeinschaftlicher Hub . . . . . . . . . . $H = 700$ „
Verhältnis der Cylindervolumen . . . . . $\frac{V}{v} = 2{,}35$,
Umdrehungen pro Minute . . . . . . . . $n = 75$
Admissionsdruck . . . . . . . . . . . $p = 7$ At. abs.,
Schädlicher Raum des Niederdruckcylinders $s'' = \sim 5\%$,
so ist:
Endspannung $w = w''$ nach Tabelle 126 . . $w = 0{,}8$ At. abs.,
Ideeller schädlicher Raum $s_i = \frac{0{,}05}{2{,}35} = \sim$ . . $s_i = 0{,}02$,
Ideelle Füllung nach Tabelle 127 . . . . $\sim h_i = 0{,}1$,
Spannungscoeffizient nach Tabelle 118 . . . $k = 0{,}356$,
Gegendruck u. Arbeitsverlust, nach Tab. 131, $p_0 + \sigma = 0{,}40$.
also der mittlere Kolbenüberdruck:

$$p_m = kp - (p_0 + \sigma) = 0{,}356 \cdot 7 - 0{,}4 = 2{,}09 \text{ kg pro qcm},$$

die Kolbengeschwindigkeit:

$$c = \frac{2 \cdot 0{,}7 \cdot 75}{60} = 1{,}75 \text{ m pr. Sec.}$$

die wirksame Kolbenfläche $Q = 2922 - 42 = 2880$ qcm,

folglich die **indizierte** Leistung:

$$N_i = \frac{Q\,c\,p_m}{75} = \frac{2880 \cdot 1{,}75 \cdot 2{,}09}{75} = \sim 140.$$

Der Leergangs-Widerstand ist nach Tab. 129 u. 130

$$l = l'_c + l''_c = 0{,}15 + 0{,}11 = 0{,}26,$$

die zusätzliche Reibung $\mu_z = 0{,}16$,
folglich die **effective** Leistung:

$$N_e = \frac{Q\,c\,(p_m - l)}{75 \cdot (1 + \mu_z)} = \frac{2880 \cdot 1{,}75 \cdot (2{,}09 - 0{,}26)}{75 \cdot (1 + 0{,}16)} = \sim 106 \text{ Pfst.}$$

Der Füllungsgrad $h'$ für den Hochdruckcylinder bestimmt sich wie folgt:

Es ist die Gesamt-Expansion $\frac{p}{w''} = \frac{7}{0{,}8} = 8{,}75$; wenn nun $s' = s'' = 0{,}05$ ist, dann beträgt:

$$\frac{V(1 + s'')}{v\,(h' + s')} = \frac{2{,}35 \cdot 1{,}05}{h' + 0{,}05} = 8{,}75, \quad h' = \frac{2{,}35 \cdot 1{,}05}{8{,}75} - 0{,}05 = 0{,}23,$$

Die Endspannung des Hochdruckcylinders ergiebt sich (siehe auch Seite 267)

$$w' = \frac{(h' + s') \cdot p}{1 + s'} = \frac{(0{,}23 + 0{,}05) \cdot 7}{1{,}05} = 1{,}86,$$

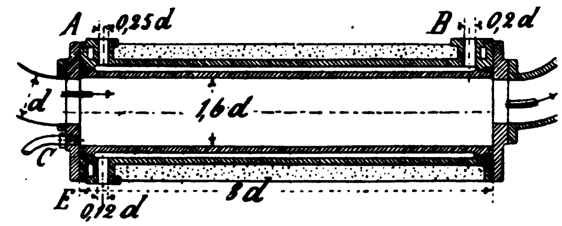
und erhalten wir als mittleren Arbeitsdruck für den Niederdruckcylinder, bei Annahme von 0,4 At. Spannungsabfall:

$$p'' = 1{,}86 - 0{,}4 = 1{,}46.$$

Daraus folgt:

$$h'' = \frac{w''\,(1 + s'')}{p''} - s'' = \frac{0{,}8 \cdot 1{,}05}{1{,}46} - 0{,}05 = 0{,}525.$$

## Der Receiver. Fig. 888.




Es bezeichnet in Fig. 888:

*d* den **Durchmesser** der **Übergangsleitung**,
*A* „ Frischdampfeintritt vom Dampfmantel des Niederdruckcylinders,
*B* „ Frischdampfaustritt zum Dampfmantel des Hochdruckcylinders,
*C* „ Condensationswasserabfluss des Receivers,
*E* „ „ „ Receivermantels.

# Compound-Maschinen für 7 At. abs. mit Condensation.

## Tabelle 135.

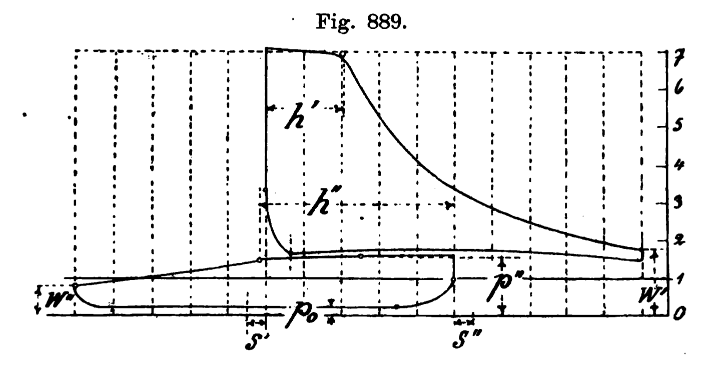
| Hub | Hochdr. Cyl. | Niederdr. Cyl. | | | | | Nominelle Leistung $p = 7$ At. abs. | | | | | | | | | | | Pro indiz. Pfst. und Stunde. | | Einspritzwassermenge cbm pr. St. | Maximal-Leistung. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $d$ | $D$ | $\frac{V}{v}$ | $n$ | $c$ | $Q$ | $s_i$ | $w$ | $h_i$ | $k$ | $p_o$ | $\sigma$ | $p_m$ | $N_i$ | $\eta$ | $N_e$ | | Dampf kg | Kohle kg | | $N_e$ | Dampf pr. $N_i$ |
| **500** | **300** | 450 | 2,3 | 90 | 1,5 | 1560 | 2 | 0,8 | 0,10 | 0,356 | 0,21 | 0,19 | 2,09 | 65 | 0,73 | 47 | **45** | 8,5 | 1,3 | 11 | 68 | 11,4 |
| **600** | **350** | 530 | 2,3 | 80 | 1,6 | 2170 | 2 | 0,8 | 0,10 | 0,356 | 0,21 | 0,19 | 2,09 | 96 | 0,74 | 71 | **70** | 8,2 | 1,26 | 16 | 107 | 10,8 |
| **700** | **400** | 610 | 2,35 | 75 | 1,75 | 2880 | 2 | 0,8 | 0,10 | 0,356 | 0,21 | 0,19 | 2,09 | 140 | 0,76 | 106 | **100** | 7,9 | 1,20 | 22 | 151 | 10,2 |
| **800** | **450** | 690 | 2,37 | 70 | 1,86 | 3690 | 2 | 0,75 | 0,09 | 0,33 | 0,21 | 0,19 | 1,91 | 174 | 0,76 | 132 | **130** | 7,6 | 1,07 | 27 | 208 | 9,6 |
| **900** | **500** | 770 | 2,39 | 67 | 2,01 | 4605 | 2 | 0,75 | 0,09 | 0,33 | 0,21 | 0,19 | 1,91 | 235 | 0.76 | 179 | **175** | 7,3 | 1,0 | 34 | 280 | 9,0 |
| **1000** | **550** | 850 | 2,42 | 65 | 2,16 | 5610 | 2 | 0,75 | 0,09 | 0,33 | 0,21 | 0,19 | 1,91 | 308 | 0,77 | 237 | **230** | 7,0 | 0,95 | 43 | 374 | 8,5 |

Der Hochdruckcylinder erhält variable Füllung von 0,0 bis 0,5, Compression $o' = 0{,}07$,
Der Niederdruckcylinder erhält fixe Expansion von 0,5 Füllung, Compression $o'' = 0{,}18$,
$\frac{V}{v}$ Verhältnis der Cylindervolumen; $Q$ Querschnitt des Niederdruckcylinders; $s_i$ Ideeller schädlicher Raum $= \frac{s'}{\frac{V}{v}}$;
$h_i$ Ideelle Füllung; $w$ Endspannung abs.

# Dampfdiagramm der Normal-Leistung

für die in Tab. 135 angegebenen Compound-Maschinen.

Fig. 889.




$$w' = \frac{(h' + s')\,p}{1 + s'}; \quad w'' = \frac{(h'' + s'')\,p''}{1 + s''}$$

$$h' = \frac{w'\,(1 + s')}{p} - s'; \quad h'' = \frac{w''\,(1 + s'')}{p''} - s''$$

$w' - p''$ Spannungsabfall.

Die Leistungen der beiden Cylinder sind annähernd gleich.

# Dampfdiagramm der Maximal-Leistung

für die in Tab. 135 angegebenen Compound-Maschinen.

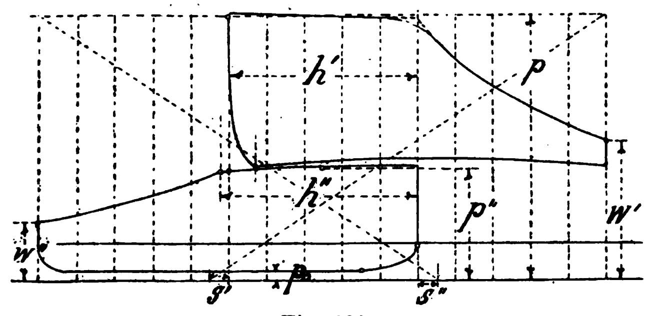



Fig. 890.

# Der Dampfverbrauch.

$S$ sei der **Gesamt-Dampfverbrauch** pro Stunde,

$S_i$ „ „ **Dampfverbrauch** pro **indiz. Pferdest.** und Stunde.

Im wesentlichen ist der Dampfverbrauch pro indiz. Pfdst. und Stunde abhängig von der Stärke der Maschine, der Admissionsspannung $p$, der Grösse des schädlichen Raumes $s$ und der Endspannung $w$.

Bedeutet:

$Q$ die wirksame Kolbenfläche in qcm,

$c$ die Kolbengeschwindigkeit in m pro Sec.,

$h + s$ Füllung plus schädl. Raum, bezogen auf $H = 1$,

$\gamma$ Gewicht eines cbm Dampfes von der Admissionsspannung $p$,

$D$ Cylinderdurchmesser in cm,

$p_m$ den mittleren Kolbenüberdruck in kg pro qcm,

$h_i, s_i$ entsprechende ideelle Werte der Compound-Maschinen, so kann gesetzt werden für den Gesamt-Dampfverbrauch pro Stunde

a. **Eincylinder-Maschinen**

$$S = \underbrace{0{,}86\, Q\, c\, (h + s)\, \gamma}_{\text{nutzbar}} + \underbrace{5\, D \sqrt{p_m}}_{\text{Dampfverlust}}$$

b. **Compound-Maschinen**

$$S = 0{,}86\, Q\, c\, (h_i + s_i)\, \gamma + 3\, D \sqrt{p_m}$$

Der Dampfverbrauch pro indizierte Pferdekraft und Stunde ist dann:

$$S_i = \frac{S}{N_i}.$$

Der Einfluss des schädlichen Raumes auf den Dampfverbrauch kann verringert werden durch genügend hohe Compression, event. bis zum Anfangsdruck $p$. Bei Maschinen mit Schiebersteuerung und namentlich bei Condensationsmaschinen ist dieses schwer erreichbar; man muss sich dort mit einem geringeren Compressions-Enddruck begnügen.

In Tabelle 136 und 137 ist der **Einfluss** des **schädlichen Raumes** auf den Dampfverbrauch $S_i$ dargestellt, für eine Eincylinder-Maschine von $D = 400$, $H = 700$ bei Annahme von **keiner** oder **geringer Compression**.

## Einfluss des schädlichen Raumes
### auf den Dampfverbrauch $S_i$.

($S_i$ in kg pro indiz. Pferdekraft und Stunde.)

### Ohne Condensation.

**Tabelle 136.**

| | $p = 7$; $p_m = 2{,}3$; $p_o + \sigma = 1{,}35$; $k = 0{,}54$ | | | $p = 4$; $p_m = 1{,}54$; $p_o + \sigma = 1{,}4$; $k = 0{,}738$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $s =$ | 3% | 6% | 9% | 3% | 6% | 9% |
| $h =$ | 0,20 | 0,185 | 0,17 | 0,36 | 0,345 | 0,33 |
| $w =$ | 1,6 | 1,63 | 1,67 | 1,5 | 1,52 | 1,54 |
| $h + s =$ | 0,23 | 0,245 | 0,26 | 0,39 | 0,405 | 0,42 |
| $S_i =$ | 14,1 | 15,0 | 15,9 | 21,1 | 22,0 | 22,9 |

### Mit Condensation.

**Tabelle 137.**

| | $p = 7$; $p_m = 2{,}29$; $p_o + \sigma = 0{,}30$; $k = 0{,}37$ | | | $p = 4$; $p_m = 1{,}86$; $p_o + \sigma = 0{,}3$; $k = 0{,}54$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $s =$ | 3% | 6% | 9% | 3% | 6% | 9% |
| $h =$ | 0,1 | 0,082 | 0,065 | 0,20 | 0,18 | 0,165 |
| $w =$ | 0,88 | 0,94 | 1,00 | 0,90 | 0,92 | 0,94 |
| $h + s =$ | 0,13 | 0,142 | 0,155 | 0,23 | 0,24 | 0,255 |
| $S_i =$ | 11,4 | 12,3 | 13,6 | 15,2 | 15,8 | 16,8 |

Wie aus Tabelle 136 ersichtlich, gebraucht die Maschine 400 Durchm. 700 Hub mit 7 Atm. abs. und 6% schädlichen Raum 15 — 14,1 = 0,9 kg, also ca. 6% **Dampf mehr** als bei 3% schädlichen Raum; vorausgesetzt gleiche Compressionsverhältnisse.

# Dampf-Verbrauch in kg

## pro indiz. Pferdest. und Stunde (für die nominelle Leistung).

## Eincylinder-Auspuffmaschinen
### mit Expansions-Steuerung.

### Tabelle 138.

| $D$ = Cyldrchm. in mm, $c$ = Kolbengeschwindigk. in m pr. Sec. | Schädl. Raum $s$ | Abs. Admissionsspannung $p$ in At. 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D = 200$, $c = 1,3 - 1,8$ | 3 % | 28,5 | 24,0 | 21,0 | 19,0 | 17,0 | 15,0 |
| | 6 „ | 30,0 | 25,0 | 22,0 | 20,0 | 18,0 | 16,0 |
| | 9 „ | 31,5 | 26,0 | 23,0 | 21,0 | 19,0 | 17,0 |
| $D = 300$, $c = 1,5 - 2$ | 3 „ | 24,0 | 20,0 | 18,0 | 16,0 | 14,0 | 13,0 |
| | 6 „ | 25,0 | 21,0 | 19,0 | 17,0 | 15,0 | 14,0 |
| | 9 „ | 26,0 | 22,0 | 20,0 | 18,0 | 16,0 | 15,0 |
| $D = 400$, $c = 1,6 - 2,1$ | 3 „ | 21,0 | 18,0 | 16,0 | 14,0 | 13,0 | 12,0 |
| | 6 „ | 22,0 | 19,2 | 17,0 | 15,0 | 14,0 | 13,0 |
| | 9 „ | 23,0 | 20,0 | 18,0 | 16,0 | 15,0 | 14,0 |
| $D = 500$, $c = 1,8 - 2,3$ | 3 „ | 20,0 | 17,0 | 15,0 | 13,0 | 12,0 | 11,5 |
| | 6 „ | 21,0 | 18,0 | 16,0 | 14,0 | 13,0 | 12,5 |
| | 9 „ | 22,0 | 19,0 | 17,0 | 15,0 | 14,4 | 13,5 |
| $D = 600$, $c = 2 - 2,5$ | 3 „ | 19,5 | 16,0 | 14,0 | 12,6 | 11,5 | 11,0 |
| | 6 „ | 20,5 | 17,0 | 15,0 | 13,5 | 12,5 | 12,0 |
| | 9 „ | 21,5 | 18,0 | 16,0 | 14,3 | 13,5 | 13,0 |
| $D = 700$, $c = 2,2 - 2,8$ | 3 „ | 19,0 | 16,0 | 14,0 | 12,4 | 11,4 | 10,6 |
| | 6 „ | 20,0 | 17,0 | 15,0 | 13,2 | 12,2 | 11,5 |
| | 9 „ | 21,0 | 18,0 | 16,0 | 14,0 | 13,0 | 12,4 |
| $D = 800$, $c = 2,4 - 3,0$ | 3 „ | 18,6 | 15,0 | 13,0 | 12,0 | 11,0 | 10,4 |
| | 6 „ | 19,5 | 16,0 | 14,0 | 12,8 | 11,8 | 11,2 |
| | 9 „ | 20,4 | 17,0 | 15,0 | 13,6 | 12,6 | 12,0 |
| $D = 900$, $c = 2,5 - 3,2$ | 3 „ | 18,0 | 15,0 | 13,0 | 11,8 | 11,0 | 10,3 |
| | 6 „ | 19,0 | 16,0 | 14,0 | 12,5 | 11,8 | 11,0 |
| | 9 „ | 20,0 | 17,0 | 15,0 | 13,3 | 12,6 | 11,7 |

**Beispiel:**

Der Dampfverbrauch einer Eincylinder-Auspuff-Maschine von 400 Cyl.-Drchm. 700 Hub ist:
bei 5 At. abs. und 3% schädl. Raum 18 kg pro indiz. Pfst. u. Stunde,
„ 8 „ „ „ 9% „ „ 15 „ „ „ „ „ „

Bei **exacten** und **gut eingelaufenen Maschinen** kann der Dampfverbrauch bis zu 15% **geringer** ausfallen.

# **Dampf-Verbrauch** in kg

## **pro indiz. Pferdest. und Stunde** (für die nominelle Leistung).

## **Eincylinder-Condensations-Maschinen.**

### **Tabelle 139.**

| $D$ = Cyldrchm. in mm $c$ = Kolbengeschwindigk. in m pr. Sec. | Schädl. Raum $s$ | Abs. Admissionspannung $p$ in At. 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D = 200$, $c = 1,3 - 1,8$ | 3 % | 20,0 | 17,5 | 16,0 | 15,0 | 14,0 | 13,0 |
| | 6 „ | 21,0 | 18,5 | 17,0 | 16,0 | 15,0 | 14,0 |
| | 9 „ | 22,0 | 19,5 | 18,0 | 17,0 | 16,0 | 15,0 |
| $D = 300$, $c = 1,5 - 2$ | 3 „ | 17,0 | 15,0 | 13,8 | 12,6 | 11,7 | 11,0 |
| | 6 „ | 18,0 | 16,0 | 15,0 | 13,8 | 12,8 | 12,0 |
| | 9 „ | 19,0 | 17,0 | 16,0 | 15,0 | 14,0 | 13,0 |
| $D = 400$, $c = 1,6 - 2,1$ | 3 „ | 15,0 | 13,4 | 12,4 | 11,3 | 10,7 | 10,0 |
| | 6 „ | 15,8 | 14,4 | 13,4 | 12,3 | 11,7 | 11,0 |
| | 9 „ | 16,5 | 15,4 | 14,4 | 13,4 | 12,7 | 12,0 |
| $D = 500$, $c = 1,8 - 2,3$ | 3 „ | 14,0 | 12,5 | 11,5 | 10,5 | 10,0 | 9,5 |
| | 6 „ | 14,7 | 13,5 | 12,5 | 11,4 | 11,0 | 10,5 |
| | 9 „ | 15,5 | 14,5 | 13,5 | 12,4 | 12,0 | 11,5 |
| $D = 600$, $c = 2 - 2,5$ | 3 „ | 13,0 | 11,5 | 10,8 | 10,0 | 9,5 | 9,0 |
| | 6 „ | 13,6 | 12,5 | 11,8 | 11,0 | 10,5 | 10,0 |
| | 9 „ | 14,4 | 13,5 | 12,8 | 12,0 | 11,5 | 11,0 |
| $D = 700$, $c = 2,2 - 2,8$ | 3 „ | 12,5 | 11,2 | 10,5 | 9,6 | 9,1 | 8,7 |
| | 6 „ | 13,0 | 12,0 | 11,5 | 10,5 | 10,0 | 9,5 |
| | 9 „ | 13,5 | 13,0 | 12,5 | 11,4 | 11,0 | 10,2 |
| $D = 800$, $c = 2,4 - 3$ | 3 „ | 12,0 | 11,0 | 10,0 | 9,2 | 8,8 | 8,5 |
| | 6 „ | 12,5 | 12,0 | 11,0 | 10,0 | 9,6 | 9,2 |
| | 9 „ | 13,0 | 13,0 | 12,0 | 10,8 | 10,2 | 10,0 |
| $D = 900$, $c = 2,5 - 3,2$ | 3 „ | 11,5 | 10,3 | 9,6 | 9,0 | 8,6 | 8,0 |
| | 6 „ | 12,0 | 11,3 | 10,5 | 9,8 | 9,5 | 8,8 |
| | 9 „ | 12,5 | 12,3 | 11,4 | 10,6 | 10,4 | 9,6 |

**Beispiel:**

Der Dampfverbrauch einer Eincyl.-Condensations-Maschine von 400 Cyl.-Drchm. 700 Hub ist:

bei 5 At. abs. u. 3 % schädl. Raum 13,4 kg pro indiz. Pfst. u. Stunde,
„ 8 „ „ „ 9 % „ „ 12,7 „ „ „ „ „ „

Bei **exacten** und **gut eingelaufenen Maschinen** kann der Dampfverbrauch bis zu 15 % **geringer** ausfallen.

# Dampf-Verbrauch in kg

**pro indiz. Pferdest. und Stunde** (für die nominelle Leistung).

## Compound-Maschinen mit Condensation.

### Tabelle 140.

| $D$ = Niederdruck-Cylinderdrchm. in mm $c$ = Kolbengeschwindigk. in m pr. Sec. | Schädl. Raum $s''$ | Abs. Admissionsspannung $p$ in At. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| $D = 400$ $c = 1,4 — 1,8$ | 3 % | 12,0 | 10,6 | 9,7 | 9,0 | 8,3 | 7.8 |
| | 6 „ | 12,2 | 10,8 | 10,0 | 9,3 | 8,6 | 8,1 |
| | 9 „ | 12,4 | 11,0 | 10,3 | 9,6 | 8,9 | 8,4 |
| $D = 500$ $c = 1,5 — 2$ | 3 „ | 11,0 | 10,0 | 9.0 | 8,4 | 7,9 | 7,4 |
| | 6 „ | 11,3 | 10,2 | 9,3 | 8,7 | 8,0 | 7,7 |
| | 9 „ | 11,6 | 10,4 | 9,6 | 9,0 | 8,3 | 8,0 |
| $D = 600$ $c = 1,6 — 2,1$ | 3 „ | 10,4 | 9,4 | 8,4 | 7,8 | 7,4 | 7,0 |
| | 6 „ | 10,6 | 9,6 | 8,7 | 8,1 | 7,7 | 7,3 |
| | 9 „ | 10,8 | 9,8 | 9,0 | 8,4 | 8,0 | 7,6 |
| $D = 700$ $c = 1,7 — 2,2$ | 3 „ | 10,0 | 8,9 | 8,2 | 7,6 | 7,1 | 6,6 |
| | 6 „ | 10,2 | 9,1 | 8,5 | 7,9 | 7,4 | 6,9 |
| | 9 „ | 10,4 | 9,3 | 8,8 | 8,2 | 7,7 | 7,2 |
| $D = 800$ $c = 1,8 — 2,4$ | 3 „ | 9,5 | 8,5 | 7,8 | 7,2 | 6,8 | 6,4 |
| | 6 „ | 9,7 | 8,7 | 8,1 | 7,5 | 7,1 | 6,7 |
| | 9 „ | 9,9 | 8,9 | 8,3 | 7,8 | 7,4 | 7,0 |
| $D = 900$ $c = 1,9 — 2,6$ | 3 „ | 9,2 | 8,2 | 7,6 | 7,0 | 6,6 | 6,2 |
| | 6 „ | 9,4 | 8,4 | 7,9 | 7,3 | 6,9 | 6,5 |
| | 9 „ | 9,6 | 8,6 | 8,2 | 7,6 | 7,2 | 6,8 |
| $D = 1000$ $c = 2,0 — 2,8$ | 3 „ | 9,0 | 8,0 | 7,4 | 6,9 | 6,5 | 6,0 |
| | 6 „ | 9,2 | 8,2 | 7,7 | 7,2 | 6,8 | 6,3 |
| | 9 „ | 9,4 | 8,4 | 8,0 | 7,5 | 7,1 | 6,6 |

$s''$ schädl. Raum des Niederdruckcylinders:

Bei **exacten** und **gut eingelaufenen Maschinen** kann der Dampfverbrauch bis zu 10 % **geringer** ausfallen.

Die Frage des Brennmaterial-Verbrauchs tritt immer mehr in den Vordergrund und hat Verfasser auf folgender Seite eine Tabelle zusammengestellt, dessen Werte einem Berichte der Commission für Wasserstatistik entnommen sind.

## Betriebsresultate einiger Wasserwerke 1888/89
## aus der statistischen Zusammenstellung des „Deutschen Vereins der Gas- und Wasserfachm."
### Tabelle 141.

| Ort | Dampfmaschine | Kessel-Druck Atm. | Pfst. | Brennmaterial Art | Verbrauch pro 1 Pfst. u. Stunde. kg |
|---|---|---|---|---|---|
| Würzburg | 1 Compound-Masch., 2 eincyl. Masch. m. Cond. | 6 | 38 | Westf. Steinkohlen | 1,58 |
| Duisburg | Lieg. Maschine mit Condensation | 5 | 59 | Steinkohlen | 1,93 |
| Heilbronn | „ „ „ „ | 6 | 31 | Westf. Steinkohlen | 2,06 |
| Bonn | „ „ „ „ | 6 | 53 | „ „ | 2,17 |
| Colmar | Lieg. Maschine | 6,5 | 45 | Saarkohlen | 2,47 |
| Regensburg | Balancier-Maschine mit Condensation | 6 | 28 | Böhm. Steinkohlen | 2,78 |
| Neuwied | Verticale Compound-Maschine | 8 | 11 | Westf. „ | 3,63 |
| Rudolstadt | Lieg. Maschine mit Condensation | 6,5 | 11 | Zwickauer „ | 3,57 |
| Weimar | „ „ „ „ | 6 | 24 | Westf. „ | 3,68 |
| Remscheid | „ „ „ „ | 6 | 30 | „ „ | 3,68 |
| Chemnitz | Balancier-Maschine mit Condensation | 4,5 | 14 | Sächsische „ | 3,94 |
| Mainz | Lieg. Maschine | 7 | — | Westf. „ | 4,50 |
| Kiel | 1 Compound-Maschine u. 1 Zwillings-Masch. | 6 | 32 | Engl. „ | 4,72 |
| Bremerhaven | Lieg. Maschine mit Condensation | 5 | 12 | Westf. „ | 5,49 |
| Darmstadt | „ „ „ „ | 6,5 | 37 | Steinkohl.-Briquettes | 1,17 |
| Halberstadt | 2 Zwillings-Säulen-Maschinen mit Condens. | 3 | 29 | Braunkohlen | 6,51 |
| Stade | Lieg. Maschine | 5 | 5 | Presskohlen | 6,36 |

# Die Speisewassermenge.

Die Speisepumpe ist so einzurichten, dass dieselbe das **2,2fache** für den **normalen** Betrieb benötigte Wasserquantum zu liefern imstande ist.

Die, gewöhnlich von einem Excenter von der Schwungradwelle aus angetriebene, **Maschinenspeisepumpe** ist einfach wirkend.

Es bedeute:

$S$ den Gesamtdampfverbrauch pro Stunde in kg,
$d$ „ Durchmesser der Speisepumpe in dcm,
$h$ „ Hub „ „ „ „
$n$ die Tourenzahl pro Minute,
$\varphi$ den Wirkungsgrad der Pumpe ($\varphi = 0{,}80$),

so ist zu nehmen für einfach wirkende Pumpen:

$$d^2 \frac{\pi}{4} h = \frac{2{,}2\, S}{n\, 60\, \varphi},$$

$$d^2 \frac{\pi}{4} h\, n\, 60\, \varphi = 2{,}2\, S.$$

**Beispiel:**

Zur Maschine $D = 400$, $H = 700$, $n = 85$, ohne Condensation ist eine Speisepumpe mit Excenterantrieb zu construieren.

Nach Tabelle 138 ist der **Dampfverbrauch** pro Stunde

$$S = 75 \cdot 15 = 1125\ kg,$$

also ist das **Pumpenvolumen**

$$d^2 \frac{\pi}{4} h = \frac{2{,}2 \cdot 1125}{85 \cdot 60 \cdot 0{,}8} = \sim 0{,}6 \text{ Liter.}$$

Dazu würde passen Plungerdurchm. $d = 90$ mm, Plungerhub $h = 100$ mm.

Die **Wassergeschwindigkeit** in den Saug- und Druckröhren, sowie in den Ventilen betrage ca. 1 m pr. Sec., im **Maximum** 1,8 m.

Handelt es sich um Speisung mittelst **Dampfpumpe** oder **Injecteur**, oder um lange Saug- und Druckleitungen, so beachte man Abschnitt XII „Rohrleitung und Armaturen“, und Abschnitt XVI „Pumpen“.

# Die Einspritzwassermenge
## bei Condensation.

Als **Maximal - Einspritzwassermenge** bei Condensations-Maschinen kann das **15fache** des verbrauchten Dampf-Gewichtes angenommen werden.

Die Maschine $D = 400$, $H = 700$, $n = 85$ mit Condensation verbraucht nach Tabelle 139 an Dampf $70 \cdot 12{,}3 = 861$ kg pro Stunde, die Einspritzwassermenge müsste also betragen:

$875 \cdot 15 = 13125$ Liter $= \sim 13$ cbm pro Stunde. *

Ist **nicht genügend** Wasser vorhanden, so begnügt man sich unter Umständen auch mit der Hälfte des obigen Wertes, und nimmt ein etwas geringeres Vacuum in Kauf.

**Pro Pfst.** und **Stunde** kann man 0,2 — 0,3 cbm Einspritzwasser annehmen, je nach der Temperatur des Kühlwassers und der Höhe der Endspannung $w$.

Die Kühlwasserleitung ist bei langer Saugeleitung und grosser Saughöhe **genügend weit** zu machen. Beträgt die Saughöhe **mehr als 7 m,** so ist eine **Kaltwasserpumpe** einzuschalten. Letztere wird meistens einfach wirkend construiert und der Berechnung derselben die Einspritzwassermenge zu Grunde gelegt.

# Die Luftpumpe oder Warmwasserpumpe.

Für **einfach** wirkende **Luftpumpen** nehme man das vom Kolben durchlaufene Volumen $= {}^1/_3$, für **doppelt** wirkende $= {}^1/_6$ vom Dampfcylindervolumen.

Bei horizontalen Maschinen mit mässiger Kolbengeschwindigkeit findet man meistens die Kolbenstangen der Pumpe und des Dampfcylinders direct mit einander gekuppelt.

* Druckfehler s. Nachtrag S. 410.

# Abschnitt VIII.

## Die Wirkung der Massen in der Dampfmaschine.*)

### Inhaltsverzeichnis.



Es sei:

$P$ das **Gewicht** der **hin- und hergehenden** Massen in kg,

$f$ die wirksame Kolbenfläche in qcm,

so kann man annehmen für horizontale stationäre Maschinen

$$\textbf{ohne}\ \text{Condensation}\ \frac{P}{f} = 0{,}28,$$

$$\textbf{mit}\ \quad „ \quad \frac{P}{f} = 0{,}30,$$

die hin- und hergehenden Teile einer Dampfmaschine von 40 cm Cylinderdurchm. würden also wiegen:

$$P = 40^2 \frac{\pi}{4} \cdot 0{,}28 = \sim 350 \text{ kg},$$

Bezeichnen wir ferner mit:

$H$ den Kolbenhub in m,

$r$ den Kurbelhalbmesser in m,

$n$ die Zahl der Umdrehungen pro Min.,

$v = \frac{2\, r\, \pi\, n}{60}$ die mittlere Umfangsgeschwindigkeit im Kurbelkreis in m pro Sec.

#### a. Treibstange unendlich lang.

Der Beschleunigungsdruck ist der Horizontal-Componente der Centripetalkraft für die zugehörige Neigung des Kurbelarmes gleich. Am toten Punkte ist diese Componente gleich der vollen Centripetalkraft gleich der Fliehkraft, d. h. jener Teil vom Gesamtdampfdruck auf den Kolben, welcher zu

*) S. auch Radinger, „Maschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit“.

Beginn der Bewegung zur Beschleunigung der Massen verwendet wird, ist gleich der **Fliehkraft**

$$F = \frac{P v^2}{g r}.$$

Dieser Druck muss auf der **ganzen Kolbenfläche** geäussert werden, daher entfällt auf die **Flächeneinheit** der Druck

$$q_I = \frac{F}{f}.$$

Am höchsten Punkt der Kurbel ist die Componente gleich null, d. h. es wird gar kein Druck mehr zur Beschleunigung der Massen verzehrt, da der Kolben dieselbe Geschwindigkeit mit dem Kurbelzapfen erlangt hat, es ist also hier $q = 0$.

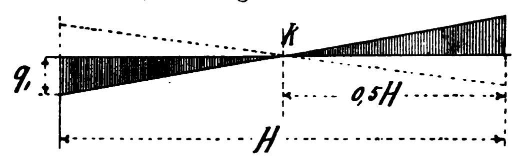
An einem mittleren Punkte ist der von der Kolbenflächeneinheit beanspruchte Druck zur Beschleunigung:

$$q = \frac{F}{f} \cos w,$$

worin $w$ den Neigungswinkel des Kurbelradius gegen seine tote Lage bedeutet.

Im weiteren Verfolg findet Radinger, dass man die Beschleunigungsdrücke als Ordinaten einer geraden Linie darstellen kann, welche im Punkte $k$, Fig. 891, die Abscissenachse schneidet, hier ist $q = 0$.

Fig. 891.




Beispiel:

Die **Einwirkung der Massen** der Maschine $D = 0{,}4$ m, $H = 0{,}7$ m, $n = 100$ ist zu bestimmen für **unendlich** lange Treibstange.

Es ist:

$$P = 0{,}28 \cdot 40^2 \frac{\pi}{4} = \sim 350 \text{ kg},$$

$$v = \frac{2 \cdot 0{,}35 \cdot 3{,}14 \cdot 100}{60} = 3{,}66 \text{ m}.$$

Die Fliehkraft:

$$F = \frac{P v^2}{g r} = \frac{350 \cdot 3{,}66^2}{9{,}81 \cdot 0{,}35} = 1365 \text{ kg}.$$

Der von der Kolbenflächeneinheit beanspruchte Druck zur **Beschleunigung im toten Punkt** ist:

$$q_I = \frac{F}{f} = \frac{1365}{40^2 \frac{\pi}{4}} = 1{,}08 \text{ kg pro qcm}.$$

### b. Die Treibstange von endlicher Länge.

$L$ sei die Länge der Treibstange,

$\frac{r}{L}$ das Verhältnis des Kurbelarmes zur Treibstangenlänge,

so ist der Teil des Dampfdruckes, welcher zur Beschleunigung der Massen verwendet wird, wenn die Kurbel unter dem Winkel $w$ gegen ihre tote Lage geht, pro Flächeneinheit:

$$q = \frac{F}{f}\left(\cos w \pm \frac{r}{L} \cos 2w\right),$$

also am toten Punkte:

$q_I = \frac{F}{f}\left(1 + \frac{r}{L}\right)$ für den **Hingang** des Kolbens gegen das Kurbellager,

$q_I = \frac{F}{f}\left(1 - \frac{r}{L}\right)$ für den **Rückgang** des Kolbens.

Der Weg, welchen der Kolben beim Neigungswinkel $w$ der Kurbel zurückgelegt hat, ist:

$$s = r\left(\sin vers\ w + \frac{1}{2}\frac{r}{L} \sin^2 w\right).$$

Der Weg $s$ lässt sich am besten durch directe Construction erhalten.

Nehmen wir nun **durchschnittlich** $\frac{r}{L} = \frac{1}{5}$, so ist Fig. 892

| | für **Hingang** des Kolbens gegen das Kolbenlager | **Rückgang** des Kolbens |
|---|---|---|
| $w = 0$ | $q_I = \frac{6}{5}\frac{F}{f}$ | $q_I = \frac{4}{5}\frac{F}{f}$ |
| $w = 180^0$ | $q_{II} = -\frac{4}{5}\frac{F}{f}$ | $q_{II} = -\frac{6}{5}\frac{F}{f}$ |
| $w = 79^0$ | $q = 0,\ s = 0{,}46\ H$ | $q = 0,\ s = 0{,}54\ H$ |
| | Den positiven Wert links abwärts auftragen. | Den positiven Wert rechts abwärts auftragen. |

Beispiel:

Für das auf voriger Seite angegebene Beispiel würden wir also mit Berücksichtigung der endlichen Länge der Treibstange, bei $\frac{r}{L} = \frac{1}{5}$, erhalten für den Hingang des Kolbens:

$$q_I = \frac{6}{5} \cdot \frac{1365}{\frac{40^2 \pi}{4}} = 1{,}32 \text{ kg pro qcm},$$

$$q = 0 \text{ bei } s = 0{,}46\ H,$$

$$q_{II} = \frac{4}{5} \cdot \frac{1365}{\frac{40^2 \pi}{4}} = 0{,}88 \text{ kg pro qcm}.$$

Diese Werte sind in Fig. 892 maassstäblich (5 mm = 1 At.) aufgetragen und in Fig. 893 mit dem Dampfdiagramm einer Volldruckmaschine für 5 At. abs. Admissionsdruck **vereinigt.** Man sieht aus diesem Druckdiagramm, dass bei Beginn des Kolbenhubes, wenn der Kolben gegen das Kurbellager zu geht, **nicht der ganze** Admissionsdruck auf den Kurbelzapfen wirkt, sondern nur **der Druck** $p - q_I - p_0$, also in unserm Falle $5 - 1{,}32 - 1{,}2 = 2{,}48$ At. Der Druck $q_I = 1{,}32$ At. wird eben zum Ingangsetzen der hin- und hergehenden Massen verwendet.

Am Ende dieses Kolbenhubes dagegen ist der auf den Kurbelzapfen übergehende Kolbendruck:

$$= p + q_{II} - p_0 = 5 + 0{,}88 - 1{,}2 = 4{,}68 \text{ At.}$$

Fig. 892.

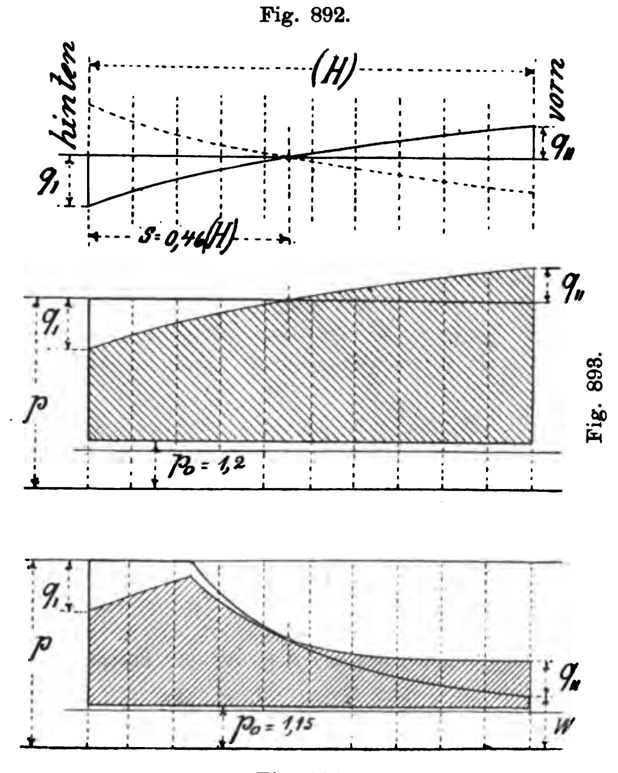



Fig. 894.

Fig. 895 zeigt den Einfluss der Massen für dieselbe Maschine, jedoch mit Expansion von 0,4 Cylinderfüllung und $p = 5$ At. abs. Admissionsspannung. Aus dem Diagramm ist ersichtlich, dass **unter Umständen** bei **schnelllaufenden** Maschinen, welche mit **grossen** Füllungen arbeiten, Massen und Dampfdruck am Ende des Kolbenhubes den Admissionsdruck **weit überragen** und fast seine doppelte Grösse annehmen können. S. auch Fig. 896.

Da kommt uns nun die **Compression** sehr gut zu statten und es erscheint für den ersten Augenblick am vorteilhaftesten, die Compression so zu wählen, dass in dem toten Punkte der Enddruck der Compression gleich dem Enddruck des Dampfes plus dem Massendruck ist, Fig. 895, dass also das Gestänge im toten Punkte **vollständig entlastet** ist und **dort** der Druckwechsel stattfindet.

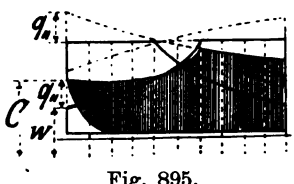


Fig. 895.

Bei der Steuerung $A_e$, Seite 96—97, findet dieses statt bei einer Admissionsspannung von 7 At. abs.

In den Normalien o C, Seite 100—101, ist gleichfalls auf Entlastung des Gestänges im toten Punkte Rücksicht genommen.

Die sich dadurch bei langsam gehenden Maschinen ergebende geringe Compression hat den Nachteil, dass im toten Punkte **plötzlich** der **ganze** Admissionsdruck auf den Kolben wirkt und dadurch eine **Erschütterung** in der Maschine hervorbringen könnte.

Verfasser hält es nicht für so wichtig, wo der Druckwechsel stattfindet, sondern **wie er stattfindet.** Er soll vor allen Dingen **sanft** erfolgen und dieses ist nur **mit Hülfe der Compression** möglich.

Bei Maschinen mit Doppelschiebersteuerung und grossen schädlichen Räumen ist es allerdings schwierig, genügende Compression zu erzielen, die meisten Constructeure scheuen die sich durch die grosse äussere Deckung ergebenden **grossen Schieber** und **Excenter.**

Immerhin sollte man darauf achten, dass der Enddruck der Compression bei Auspuff-Maschinen mindestens die Hälfte des Admissionsdruckes beträgt und bei Condensations-Maschinen soviel eben erreicht werden kann.

Man wende deshalb auch für Auspuff-Maschinen die in den Normalien mit **m C** bezeichnete Steuerung an und nur bei geteilten Schiebern, also mit geringen schädlichen Räumen, die Steuerung o C.

Die Höhe des **Enddrucks** der **Compression** $C = \frac{(o+s)\,p_0}{s}$ kann bei gegebener Grösse $s$ des schädlichen Raumes und Compressionsdauer $o$ aus folgenden Tabellen 143 und 144 entnommen werden.

## Enddruck der Compression in At. abs.

### Auspuff-Maschinen, $p_0 = 1{,}15$.

**Tabelle 143.**

| Compression $o$ | Schädliche Räume $s$ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% | 9% | 10% |
| **0,00** | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 |
| **0,025** | 2.55 | 2,10 | 1,87 | 1,73 | 1,63 | 1,56 | 1,50 | 1,47 | 1,44 |
| **0,050** | 4,00 | 3,06 | 2,59 | 2,30 | 2,11 | 1,97 | 1,87 | 1,78 | 1,72 |
| **0,075** | 5,46 | 4,03 | 3,31 | 2,87 | 2,57 | 2,38 | 2,28 | 2,11 | 2,01 |
| **0,10** | 6,90 | 4,90 | 4,03 | 3,45 | 3,07 | 2,79 | 2,59 | 2.42 | 2,30 |
| **0,15** | — | 6,90 | 5,46 | 4,60 | 4,00 | 3,60 | 3,31 | 3,06 | 2,87 |
| **0,20** | — | — | 6,90 | 5,75 | 4,98 | 4,43 | 4,03 | 3,70 | 3,45 |
| **0.25** | — | — | — | 6,90 | 5,95 | 5,29 | 4,74 | 4,34 | 4,02 |
| **0,30** | — | — | — | — | 6,90 | 6,07 | 5,46 | 4,98 | 4,60 |

### Condensations-Maschinen, $p_0 = 0{,}2$.

**Tabelle 144.**

| Compression $o$ | 2% | 3% | 4% | 5% | 6% | 7% | 8% | 9% | 10% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **0,00** | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| **0,025** | 0,45 | 0,37 | 0,33 | 0,30 | 0,28 | 0,27 | 0,26 | 0,26 | 0,25 |
| **0,050** | 0,70 | 0,53 | 0,45 | 0,40 | 0,37 | 0,34 | 0,33 | 0,31 | 0,30 |
| **0,075** | 0,95 | 0,70 | 0,57 | 0,50 | 0,45 | 0,41 | 0,38 | 0,37 | 0,35 |
| **0,10** | 1,20 | 0,86 | 0,70 | 0,60 | 0,53 | 0,48 | 0,45 | 0,42 | 0,40 |
| **0,15** | 1,70 | 1,20 | 0,95 | 0,80 | 0,70 | 0,63 | 0,57 | 0,53 | 0,50 |
| **0,20** | 2.20 | 1,53 | 1,20 | 1,00 | 0,86 | 0,77 | 0,70 | 0,64 | 0,60 |
| **0,25** | 2,70 | 1,86 | 1,45 | 1,20 | 1,03 | 0,97 | 0,82 | 0,75 | 0,70 |
| **0,30** | 3,20 | 2,20 | 1,70 | 1,40 | 1,20 | 1,05 | 0,95 | 0,86 | 0,80 |

## Werte von $q_I = \frac{F}{f}$ (unendlich lange Treibstange).

### Tabelle 145.

| Hub | Drehm. | Umdrehungen $n$ pro Min. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $D$ | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 |
| 150 | 100 | 0,04 | 0,08 | 0,15 | 0,35 | 0,60 | 1,40 | 2,50 | 4,0 |
| 300 | 200 | 0,10 | 0,21 | 0,40 | 0,90 | 1,60 | 3,50 | — | — |
| 500 | 300 | 0,18 | 0,42 | 0,70 | 1,50 | 3,00 | — | — | — |
| 700 | 400 | 0,27 | 0,60 | 1,00 | 2,50 | 4,30 | — | — | — |
| 900 | 500 | 0,34 | 0,75 | 1,30 | 3,00 | 5,40 | — | — | — |
| 1100 | 600 | 0,40 | 0,90 | 1,60 | 3,50 | — | — | — | — |
| 1200 | 700 | 0,45 | 1,05 | 1,80 | 4,00 | — | — | — | — |
| 1400 | 800 | 0,50 | 1,20 | 2,10 | 4,70 | — | — | — | — |
| 1600 | 900 | 0,60 | 1,35 | 2,40 | 5,40 | — | — | — | — |
| 1800 | 1000 | 0,70 | 1,50 | 2,70 | 6,00 | — | — | — | — |

**Beispiel:**

Es sei:
$H = 1200$, $D = 700$, $n = 150$
so ist nach Tabelle 145
$q_I = 4$, $\frac{r}{L}$ sei $^1/_5$,
also $q_I = 4 \cdot {}^6/_5 = 4{,}8$ kg
pro qcm für den Hingang
und $q_I = 4 \cdot {}^4/_5 = 3{,}2$ kg
für den Rückgang;
wenn $p = 7$ At. abs.,
$h = 0{,}2$ Füllung,
$s = 6\%$ schädl. Raum,
so ergiebt sich das Druckdiagramm Fig. 896 und zwar vertical schraffiert für den Hingang und horizontal schraffiert für den Rückgang.

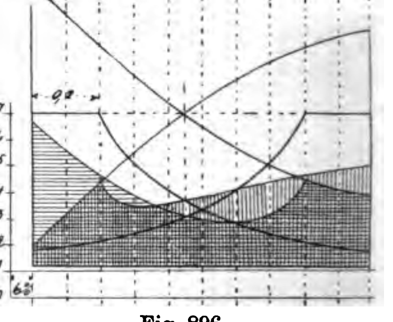



Fig. 896.

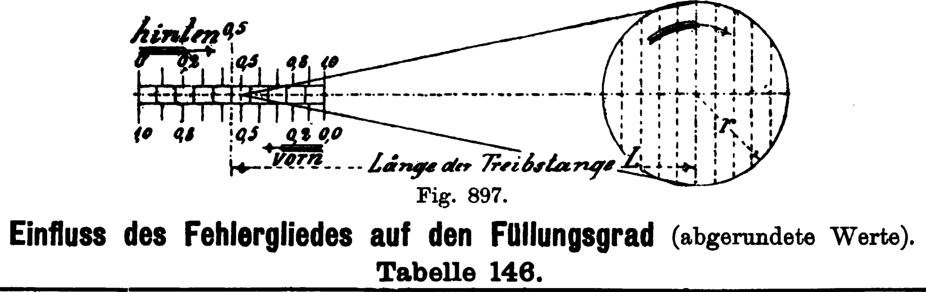



Fig. 897.

**Einfluss des Fehlergliedes auf den Füllungsgrad** (abgerundete Werte).

**Tabelle 146.**

| $L$ | | Füllungsgrad | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ∞ | | **0,0** | **0,05** | **0,10** | **0,2** | **0,3** | **0,4** | **0,5** | **0,6** | **0,7** | **0,8** | **0,9** | **0,95** | **1,00** |
| | hinten . . | 0,0 | 0,07 | 0,13 | 0'26 | 0,39 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,78 | 0,86 | 0,93 | 0,97 | 1,0 |
| 3 $r$ | vorn . . . | 0,0 | 0,03 | 0,07 | 0,14 | 0,22 | 0,30 | 0.40 | 0,50 | 0,61 | 0,74 | 0,87 | 0,93 | 1,0 |
| | Unterschied | *0,0* | *0,04* | *0,06* | *0,12* | *0,17* | *0,20* | *0,20* | *0,20* | *0,17* | *0,12* | *0,06* | *0,04* | *0,0* |
| | hinten . . | 0,0 | 0,06 | 0,12 | 0,24 | 0.35 | 0,45 | 0,55 | 0,65 | 0,74 | 0,83 | 0,92 | 0,96 | 1,0 |
| 5 $r$ | vorn . . . | 0,0 | 0,04 | 0,08 | 0,17 | 0,26 | 0,35 | 0,45 | 0,55 | 0,65 | 0,76 | 0,88 | 0,94 | 1,0 |
| | Unterschied | *0,0* | *0,02* | *0,04* | *0,07* | *0,09* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,09* | *0,07* | *0,04* | *0,02* | *0,0* |
| | hinten . . | 0,0 | 0,05 | 0,11 | 0,22 | 0,33 | 0,44 | 0,53 | 0,63 | 0,73 | 0,82 | 0,91 | 0,96 | 1,0 |
| 7 $r$ | vorn . . . | 0,0 | 0,04 | 0,09 | 0,18 | 0,27 | 0,37 | 0,46 | 0,56 | 0,67 | 0,78 | 0,89 | 0,95 | 1,0 |
| | Unterschied | *0,0* | *0,01* | *0,02* | *0,04* | *0,06* | *0,07* | *0,07* | *0,07* | *0,06* | *0,04* | *0,02* | *0,01* | *0,0* |

# Inhaltsverzeichnis

## zu Abschnitt IX.

# Abschnitt IX.

## Brems- und Indikator-Versuche.

Mit Hülfe der **Indikator-Versuche** lässt sich die indizierte Leistung einer Dampfmaschine ermitteln und das Functionieren der Steuerung controllieren. Handelt es sich um Feststellung der effectiven Leistung, so sind noch Brems-Versuche notwendig und verwendet man dazu den Prony'schen Zaum, Fig. 898.

Es sei:

$G$ das angehängte Gewicht in kg,
$l$ der Hebelarm in m,
$n$ die Tourenzahl pr. Min., so ist die effective Leistung der Maschine

$$N_e = \frac{\pi\, n\, l}{30 \cdot 75} \cdot G.$$

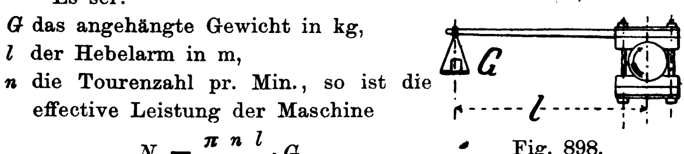



Fig. 898.

Das Gewicht des Hebels wird ausbalanciert.

Gleichzeitig mit den Bremsversuchen sind in bestimmten Zwischenräumen Indikator-Diagramme zu nehmen und nach letzteren das durchschnittliche $N_i$ zu bestimmen, es ist dann der Nutzeffect:

$$\eta = \frac{N_e}{N_i}.$$

### Indikatoren. Fig. 899—901.

Richard's. Thompson. Crosby.

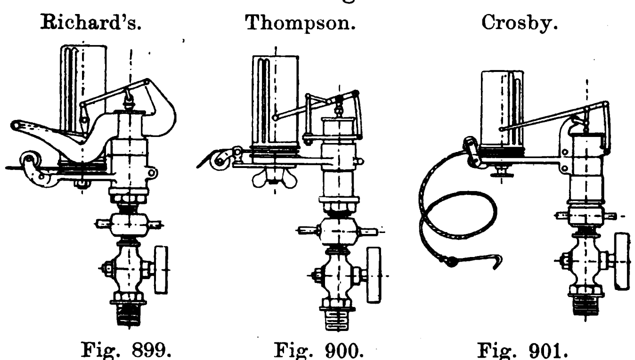


Fig. 899. Fig. 900. Fig. 901.

Zur Reduction des Kolbenhubes auf den Umfang der Papiertrommel ist ein Hubverminderer, Fig. 902—906 und Fig. 908—909, oder ein Hubreductions-Apparat, Fig. 910—911, einzuschalten.

Fig. 902.

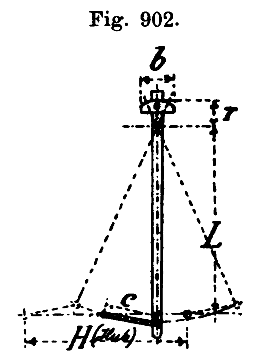



Fig. 903—904.

Man nehme:

$L = {}^5/_4 H$, $c = 0{,}3 H$,

dann wird bei einer Diagrammlänge $l$

$r = {}^5/_4 l$ ($l = 80 - 120$ mm)

$b = 1{,}5 r$.

Je kleiner $L$ und $c$, desto ungenauer wird das Diagramm, bei unendlich langem $L$ wird das Diagramm vollkommen.

Für Untersuchungen, welche ein möglichst genaues Resultat ergeben sollen, ist $L = 2 H$ zu nehmen.

Fig. 905—906.

Handelt es sich nur um Untersuchung der **Steuerung**, so ist es zweckmässig, die beiden Cylinderenden vermittelst Rohre und einem **Dreiweghahn**, Fig. 910—911, zu vereinigen, die dadurch erhaltenen **Doppel-Diagramme**, Fig. 907, lassen eine Verschiedenheit in den Füllungsgraden etc. leicht erkennen.

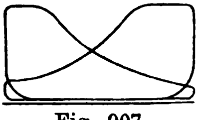


Fig. 907.

Bei ganz genauen Untersuchungen und langen Cylindern kann jedoch die Rohrleitung zum Indikator von schädlichem Einfluss auf das Diagramm werden und empfiehlt es sich, in diesem Falle **zwei** Indikatoren, Fig. 908—909, zu verwenden.

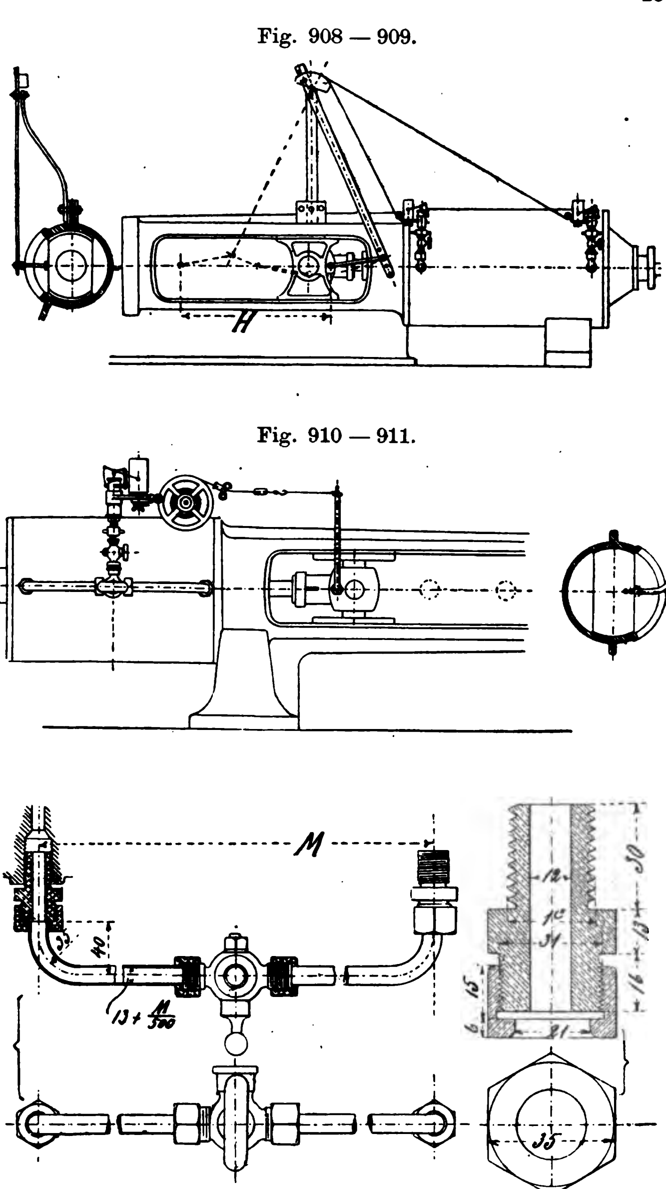



Fig. 908 — 909.

Fig. 910 — 911.

Fig. 912 — 913.

Fig. 914 — 915.

Die **Nocken** an den Cylinderenden haben meist 1" engl. Gewinde und ist in Fig. 914 — 915 ein für den Anschluss der Rohre passender Stopfen angegeben. Die Dichtung zwischen Stopfen und Rohren geschieht mittelst Bleischeiben, dieselben müssen **genügend grosse Löcher** haben und dürfen nicht zu stark sein, da sonst ein Zusammendrücken derselben beim Anziehen der Überwurfmuttern und somit ein **Verengen** der **Durchgangsöffnung** stattfindet.

## Hauptgesichtspunkte bei Indikator-Versuchen.

Nach Anbringung des Indikatorhahnes und der Rohre sind letztere gehörig **auszublasen** durch langes offen lassen des Hahnes während des Ganges der Maschine, alsdann sehe man nach dem Dampfdruck des Kessels zur Einsetzung der **richtigen Feder.** Die Federn sind gewöhnlich gezeichnet und bedeutet z. B. 6 kg, dass die Feder **nur** für einen Dampfüberdruck bis zu 6 kg pro qcm also 6 At. verwendet werden darf. Nachdem die gewählte Feder eingesetzt ist, wird der Indikator auf den Hahn gesetzt und der Antrieb der Indikatortrommel durch die Schnur geregelt.

Dass die Trommel auf keiner Seite anstösst, ist auch während der Versuche öfters zu controllieren. Die Länge der Schnur wird durch das **Holzplättchen** mit 4 Löchern, Fig. 916 — 917, bequem geregelt.

Vor dem Aufstecken des Papieres falte man dasselbe an den Enden etwas um, dieses erleichtert das Aufstecken und Glattspannen des Papieres.

Fig. 916—917.

Man hake nun zuerst die Schnur ein und ziehe die **atmosphärische Linie** durch sanftes Aufdrücken des Schreibstiftes, während der Indikatorhahn geschlossen bleibt, öffne den letzteren und drücke den Schreibstift abermals an, etwa während 3 Umdrehungen der Maschine, dann ist der **Schreibstift abzustellen** und der Hahn zu schliessen.

Jedes Diagramm ist mit einer **fortlaufenden Nummer,** dem **Dampfdruck** des Kessels, der **Tourenzahl** der Maschine, der **Versuchszeit,** dem **Maassstab** der Feder, dem **Cylinderdurchmesser** und **Hub** der Maschine, sowie mit den **Kolbenstangenstärken** vorn und hinten zu versehen.

# Berechnung der Leistung.

Fig. 918.

Man ziehe die Ordinaten $a_1, a_2, a_3$ . . bis $a_{10}$ im Abstande von $^1/_{10}$ der Diagrammlänge, für $a_0$ und $a_{10}$ in einer Entfernung vom Rande gleich ein Viertel der Breite eines Teiles; jede Ordinate wird als Mittellinie eines Trapezes betrachtet, dessen event. krummlinige Begrenzung in eine gradlinige zu verwandeln ist. Die mittlere Ordinate des Diagramms in mm ergiebt sich:

$$a_m = {}^1/_{10}\left(\frac{a_0}{2} + a_1 + a_2 + a_3 + \text{bis } a_9 + \frac{a_{10}}{2}\right).$$

Ist z. B. für das Diagramm die Indikatorfeder 8 mm = 1 kg benutzt worden, so ist der mittlere Dampfüberdruck $p_m = \frac{a_m}{8}$ kg pro qcm. Man kann auch die sämtlichen $a$-Werte direct mit dem Maassstab messen, welcher der Indikatorfeder entspricht, dann ist $p_m = a_m$.

Eine ähnliche Methode zur Bestimmung des abs. mittleren Kolbendruckes $kp$ und des Gegendruckes ist die folgende: Man teilt das Diagramm in 10 Teile und misst die Ordinaten $y, y_1$ . . bis $y_{10}$ der Fläche in dem Maassstab, welcher der Feder des Indikators entspricht und zwar in kg pro qcm, nun addiert man nach der Simpson'schen Regel:

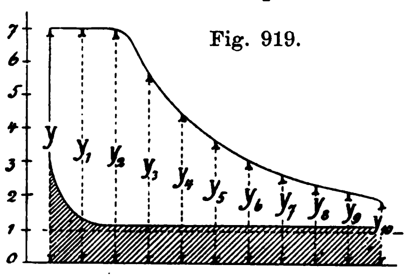



Fig. 919.

$$y + y_{10} = S_1,$$
$$y_1 + y_3 + y_5 + y_7 + y_9 = S_2,$$
$$y_2 + y_4 + y_6 + y_8 = S_3,$$

so ist der **mittlere abs. Druck** hinter dem Kolben:

$$kp = \frac{S_1 + 4\,S_2 + 2\,S_3}{30}.$$

Die Ordinaten für den **mittleren Gegendruck** $g$*) des abziehenden Dampfes sind dem schraffierten Teil zu entnehmen.

Dann ist $p_m = kp - g$ und die indiz. Leistung $N_i = \frac{Q\,c\,p_m}{75}$.

Um die **Nutzleistung** zu erhalten, muss ein Leerlauf-Diagramm der Maschine genommen und daraus der mittlere Druck $l$ ermittelt werden.

Dann ist

$$N_e = \frac{Q\,c\,(p_m - l)}{75\,(1 + \mu)}.$$

Der Coeffizient der zusätzlichen Reibung $\mu$ ist aus Tabelle 129 zu entnehmen.

*) $g = p_0 + \sigma_3 + \sigma_4$ s. Fig. 885—886.



Fig. 920.

## Das Rankinisieren der Diagramme
### für Compound-Maschinen.

Man zeichnet die gleichzeitig genommenen Diagramme von zusammengehörigen Seiten des Hoch- und Niederdruckcylinders, auf **gleichen Maassstab** und **gleiche Länge** $l$ gebracht, unter einnander in der Weise, dass das Diagramm des Niederdruckcylinders um den Kolbenweg, der Compression $o'$ des Hochdruckcylinders, s. Fig. 920, nach rechts gelegt wird, und verlängert nun das Diagramm des Niederdruckcylinders im Verhältnis der Cylindervolumen $\frac{V}{v}$.

Durch den Endpunkt $a$ des Hochdruckdiagramms legt man die Mariottesche Linie, so ergiebt die horizontal schraffierte Fläche die **Arbeitsverluste** gegenüber des rein theoretischen Diagramms einer directen Eincylinder-Maschine im Niederdruckcylinder allein (von Gegendruck, Compression etc. abgesehen). In Fig. 920 bedeutet:

$s'$ schädlicher Raum des Hochdruckcylinders,
$s''$ „ „ „ Niederdruckcylinders,
$o'$ Compression „ Hochdruckcylinders,
$o''$ „ „ Niederdruckcylinders.

# Zusammenstellung von Indikator-Diagrammen

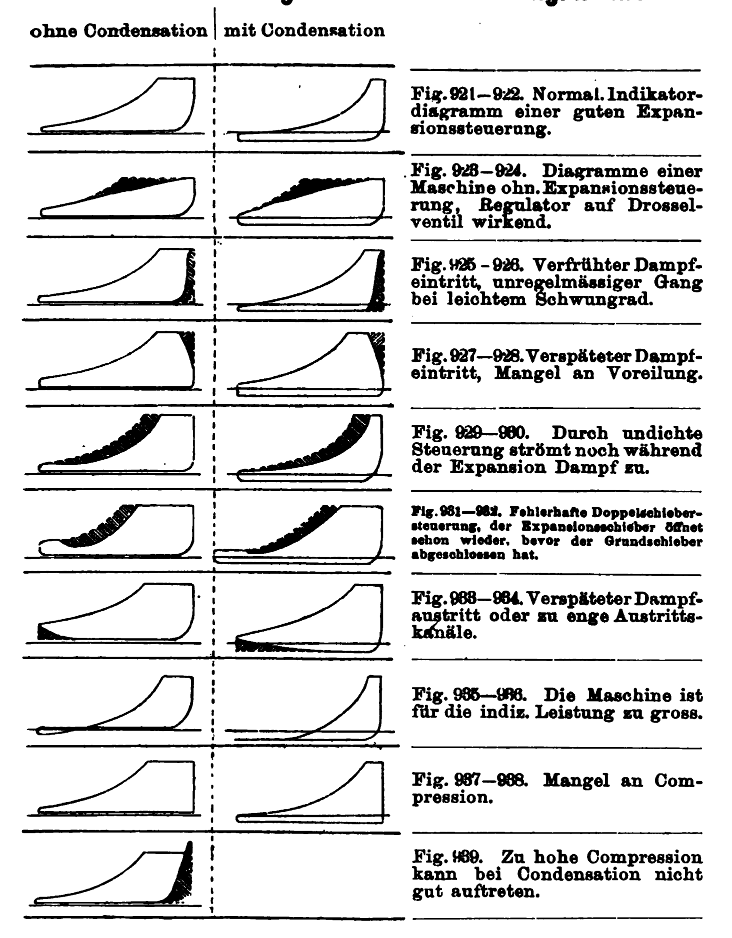



Fig. 921—922. Normal. Indikatordiagramm einer guten Expansionssteuerung.

Fig. 923—924. Diagramme einer Maschine ohn. Expansionssteuerung, Regulator auf Drosselventil wirkend.

Fig. 925—926. Verfrühter Dampfeintritt, unregelmässiger Gang bei leichtem Schwungrad.

Fig. 927—928. Verspäteter Dampfeintritt, Mangel an Voreilung.

Fig. 929—930. Durch undichte Steuerung strömt noch während der Expansion Dampf zu.

Fig. 931—932. Fehlerhafte Doppelschiebersteuerung, der Expansionsschieber öffnet schon wieder, bevor der Grundschieber abgeschlossen hat.

Fig. 933—934. Verspäteter Dampfaustritt oder zu enge Austrittskanäle.

Fig. 935—936. Die Maschine ist für die indiz. Leistung zu gross.

Fig. 937—938. Mangel an Compression.

Fig. 939. Zu hohe Compression kann bei Condensation nicht gut auftreten.

Die den schraffierten Flächen entsprechende Arbeit geht verloren.

## Beispiel einer fehlerhaften Steuerung.

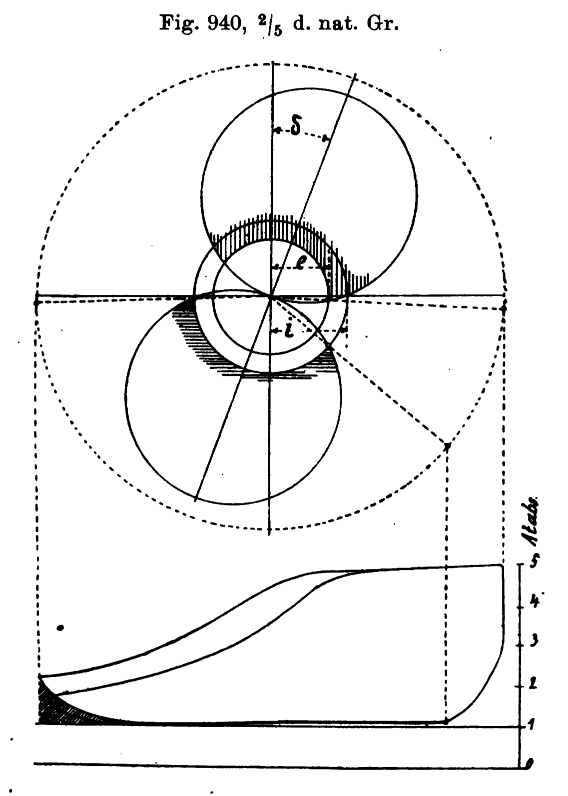
Ein sehr häufig von jungen Constructeuren gemachter Fehler des Grundschiebers der Meyer'schen oder Rider-Steuerung ist in Fig. 940 dargestellt. Das Indikatordiagramm sowie die Maasse der Steuerung sind der 1886 gebauten Zwillings-Dampfmaschine einer Schneidemühle in Duisburg entnommen.

Der Constructeur hat durch die verhältnismässig grosse innere Deckung genügende Compression erzielen wollen, aber dabei übersehen, für den entweichenden Dampf genügenden Voraustritt zu schaffen.

Durch diesen Fehler gehen bei obengenannter Maschine ca. 6% von der Leistung verloren.

### Fehlerhafte Steuerung einer Maschine $H = 1000$, $D = 500$, $n = 70$.

Fig. 940, $^2/_5$ d. nat. Gr.



# Abschnitt X.

## Schiffsmaschinen und Dreistufige Expansions-Maschinen.

### Compound-Maschinen.



### Umsteuerungen für Schiffsmaschinen.



### Dreifach-Expansions-Maschinen.

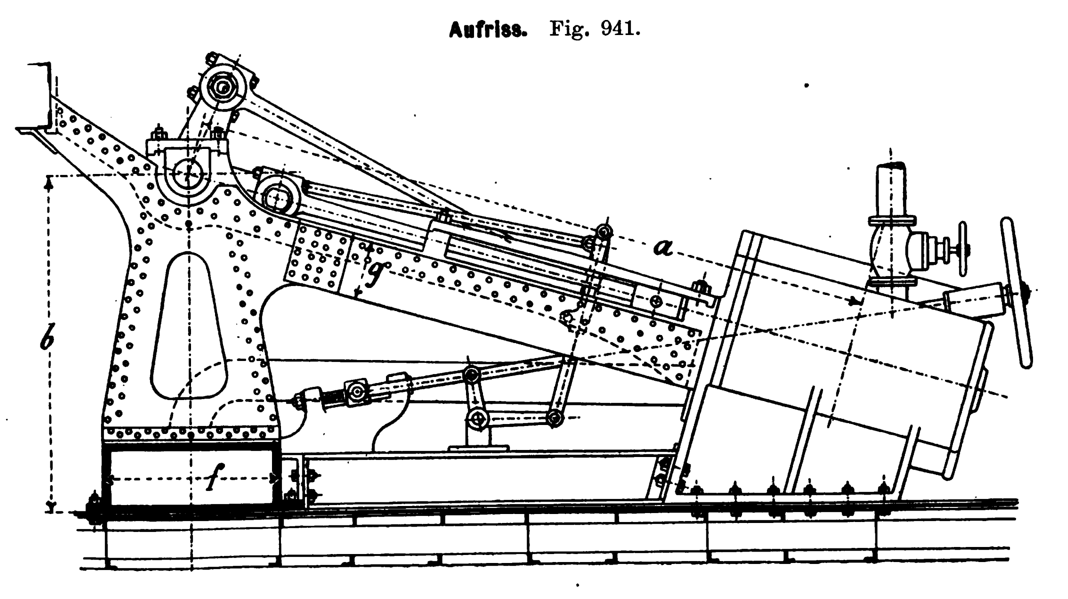
a. Als Schiffsmaschine.

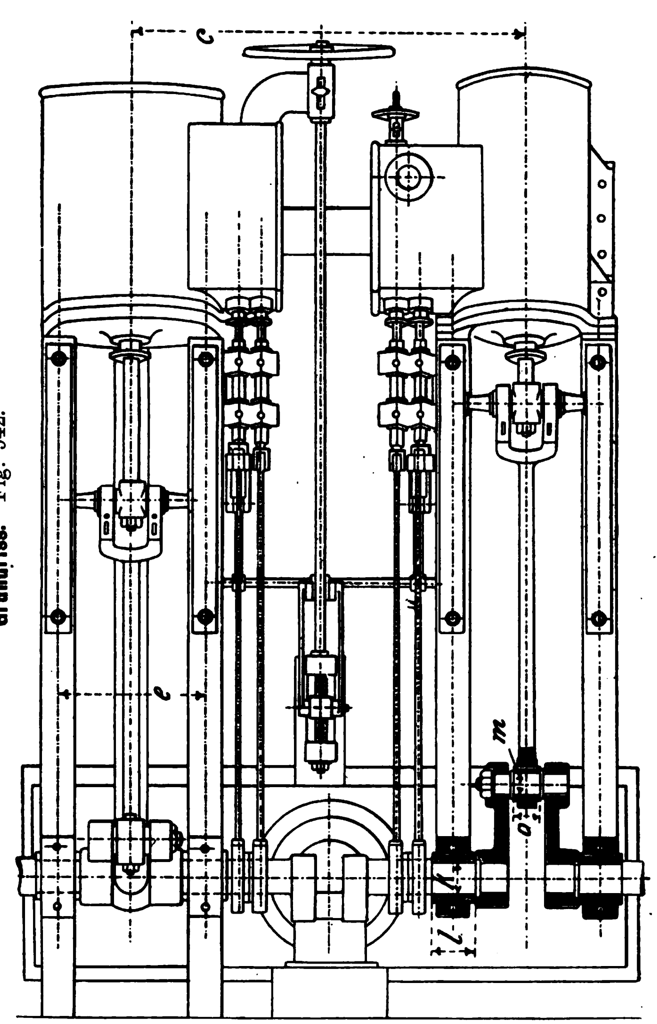


b. Als stationäre Maschine.

# Compound-Schiffsmaschine für Raddampfer.

**Aufriss.** Fig. 941.





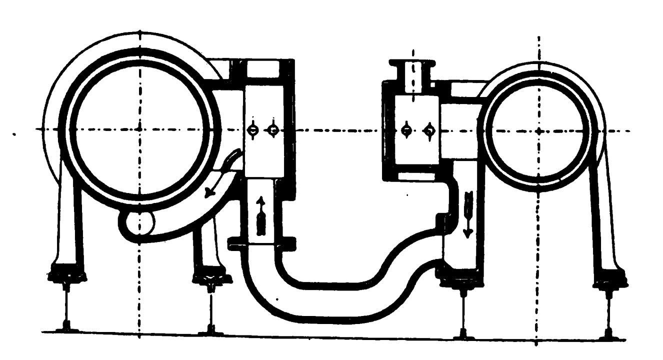
**Grundriss.** Fig. 942.

**Querschnitt,** Fig. 943,

durch

**die Geradführung.** **die Kurbellager.**

**Querschnitt durch die Dampfcylinder,** Fig. 944.

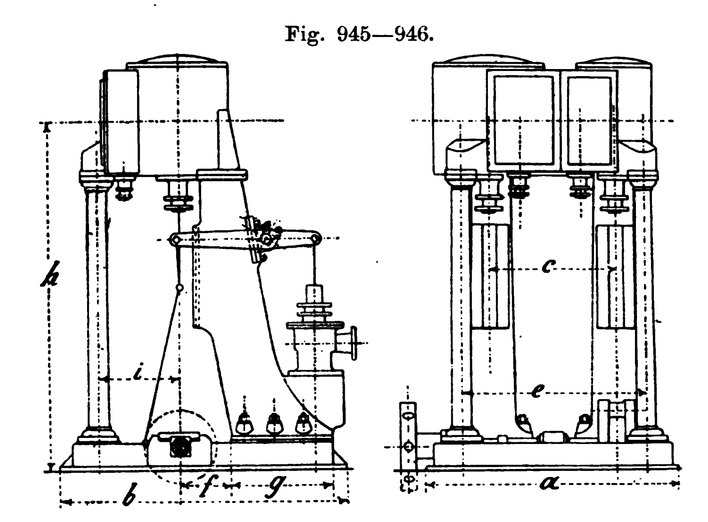


## Compound-Schiffsmaschinen für Raddampfer, Fig. 941—944, für 7 Atm. Überdruck.

### Tabelle 147.

| | | | | | Atm. Abs. | | | | | | | Blech | | Welle | Kurbel-lager | | Kurbel-zapfen | | Gewicht in kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H$ | $d$ | $D$ | $\frac{V}{v}$ | $n$ | $p$ | $N_i$ | $a$ | $b$ | $c$ | $e$ | $f$ | $g$ | $h$ | $i$ | $k$ | $l$ | $m$ | $o$ | $G$ |
| **500** | **310** | 500 | 2,5 | 50 | 8 | *40* | 2200 | 1200 | 1300 | 500 | 600 | 180 | 8 | 150 | 130 | 200 | 90 | 170 | 4000 |
| **600** | **370** | 600 | 2,5 | 46 | 8 | *60* | 2600 | 1300 | 1600 | 600 | 700 | 240 | 9 | 165 | 145 | 220 | 105 | 190 | 6500 |
| **800** | **460** | 800 | 2,5 | 40 | 8 | *125* | 3400 | 1450 | 2000 | 750 | 850 | 300 | 9 | 200 | 170 | 240 | 130 | 220 | 15000 |
| **1000** | **550** | 1000 | 2,5 | 38 | 8 | *210* | 4200 | 1600 | 2400 | 920 | 1000 | 400 | 10 | 240 | 210 | 290 | 165 | 260 | 28000 |
| **1200** | **650** | 1200 | 2,5 | 35 | 8 | *350* | 5000 | 1700 | 2800 | 1100 | 1100 | 500 | 11 | 300 | 250 | 340 | 200 | 320 | 47000 |
| **1400** | **750** | 1400 | 2,5 | 32 | 8 | *500* | 5900 | 1800 | 3200 | 1300 | 1200 | 650 | 12 | 350 | 300 | 400 | 240 | 380 | 70000 |
| **1600** | **880** | 1600 | 2,5 | 30 | 8 | *700* | 6800 | 1900 | 3600 | 1500 | 1300 | 800 | 13 | 400 | 350 | 460 | 280 | 430 | 100000 |

Fig. 945—946.



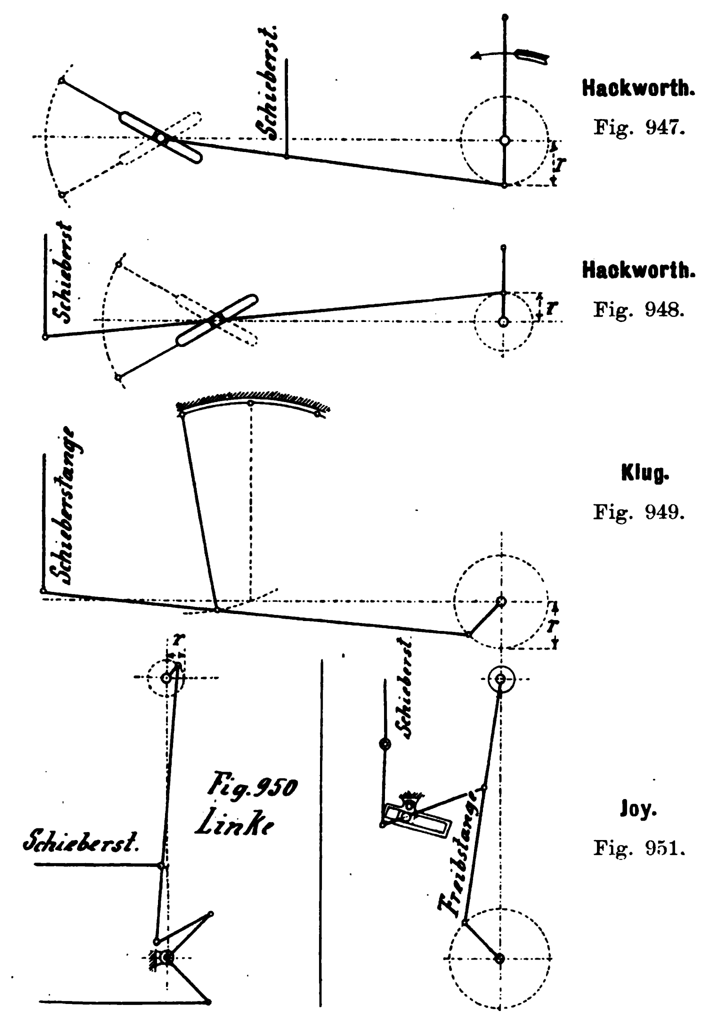

## Compound-Schiffsmaschinen für Schraubendampfer, Fig. 945—946, für 6—7 Atm. Überdruck.

**Tabelle 148.**

| Gemeinschaftl. Hub . . $H$ | **200** | **250** | **300** | **350** | **400** | **500** | **600** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Durchm. d. Hochdruckcyl. $d$ | **135** | **170** | **200** | **235** | **285** | **350** | **430** |
| Durchm. d. Niederdr.-Cyl. $D$ | **210** | **270** | **310** | **370** | **450** | **550** | **670** |
| Verhältnis der Cyl.-Vol. $\frac{V}{v}$ | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Verhältnis . . . . $H:d$ | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| Umdrehungen pro Min. . $n$ | 280 | 260 | 245 | 230 | 210 | 180 | 150 |
| Kolbengeschwindigk. i. m $c$ | 1,8 | 2,1 | 2,4 | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 3,0 |
| $N_i$ bei 7 Atm. Überdruck $N_i$ | 25 | 50 | 80 | 120 | 180 | 270 | 400 |
| Dimension . . . . . . $a$ | 600 | 750 | 950 | 1150 | 1400 | 1850 | 2300 |
| „ . . . . . . $b$ | 600 | 750 | 950 | 1150 | 1400 | 1850 | 2300 |
| „ . . . . . . $c$ | 240 | 300 | 420 | 500 | 600 | 950 | 1200 |
| „ . . . . . . $e$ | 500 | 625 | 750 | 875 | 1050 | 1400 | 1800 |
| „ . . . . . . $f$ | 140 | 175 | 210 | 250 | 280 | 350 | 420 |
| „ . . . . . . $g$ | 260 | 320 | 390 | 450 | 520 | 650 | 780 |
| „ . . . . . . $h$ | 1050 | 1300 | 1500 | 1800 | 2000 | 2500 | 3000 |
| „ . . . . . . $i$ | 200 | 250 | 320 | 380 | 430 | 550 | 660 |
| Gewicht in kg . . . . $G$ | 800 | 1600 | 2800 | 4500 | 7000 | 12000 | 23000 |

# Umsteuerungen für Schiffsmaschinen.

Ausser den schon in Abschnitt „Steuerungen" behandelten Umsteuerungen finden sich im Schiffsmaschinenbau hauptsächlich noch folgende vor:*)




**Hackworth.** Fig. 947.

**Hackworth.** Fig. 948.

**Klug.** Fig. 949.

**Joy.** Fig. 951.

*) Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1885, Seite 949.

# Die Dreifach-Expansions-Maschine.

## a. Als Schiffsmaschine.

Im **Schiffsmaschinenbau** wächst die Anwendung des Systems der **dreistufigen** Expansion mit jedem Jahre.

Die zur Verwendung kommenden Anordnungen der Drei- und Vierfach-Expansionsmaschinen lassen nach Otto H. Müller jun.*) 4 Hauptarten erkennen.

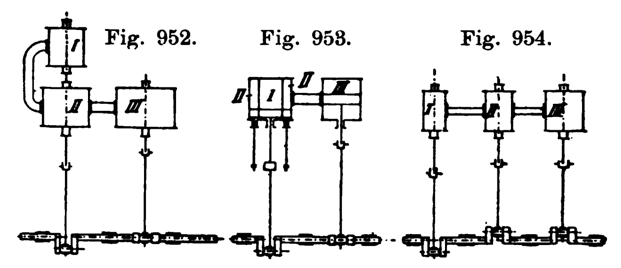


Fig. 952. Fig. 953. Fig. 954.

1) Fig. 952. Die Maschine hat 2 Krummzapfen, die beiden ersten Cylinder sitzen über einander. Diese Anordnung braucht wenig Breite und ist bequem für die Umgestaltung v. Compound-Maschinen. Ein besonderer Fall ist Fig. 953, bei welchem *II* ringförmig um *I* angeordnet ist.

2) Die Maschine besitzt 3 Krummzapfen unter je 120° verstellt. Diese Anordnung ist für Neubauten allgemein, da die Welle ausserordentlich gleichmässig auf Torsion beansprucht wird. Fig. 954.

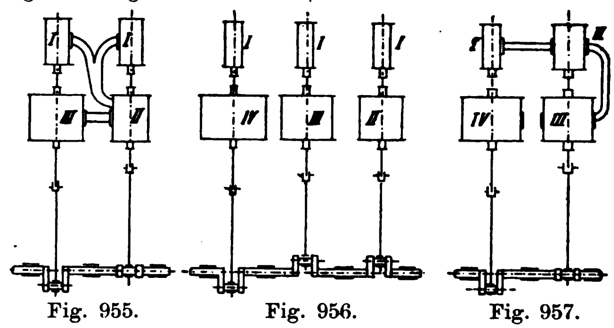


Fig. 955. Fig. 956. Fig. 957.

3) Der Hochdruckcylinder wird halbiert und über *II* u. *III* aufgestellt, Fig. 955. Fig. 956 Vierfach-Expansions-Maschine, drei Hochdruckcylinder stehen über *II*, *III* u. *IV* und je ein Cylinderpaar wirkt auf einen Krummzapfen.

4) Eine nur für Vierfach-Expansionsmaschinen mögliche Anordnung ist in Fig. 957 dargestellt und wird in neuerer Zeit mit Vorliebe beim Umbau der Compoundmaschinen benutzt.

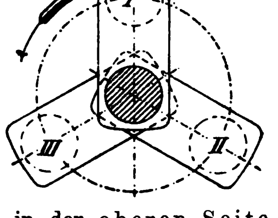
*) S. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1897, Seite 443.

# Für den Entwurf von stehenden dreistufigen Expansions-Maschinen mit Condensation

für ca. 10 At. Überdruck.

## Tabelle 149.

| Gemeinschaftl. Hub . . $H$ | 400 | 600 | 800 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hochdruckcylinder $I$ . $d_1$ | **230** | **340** | **460** | **570** | **680** | **800** | **900** | **1000** | **1100** |
| Mitteldruckcyl. $II$ . $d_2$ | **360** | **550** | **735** | **920** | **1100** | **1300** | **1475** | **1650** | **1800** |
| Niederdruckcyl. $III$ . $d_3$ | **600** | **900** | **1200** | **1500** | **1800** | **2100** | **2400** | **2700** | **3000** |
| Cylinderverhältnisse (abgerundet) $II:I$ | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| $III:II$ | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 2,7 |
| $III:I$ | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 6,9 | 7,0 | 7,3 | 7,3 |
| Umdrehungen . $n$ | 200 | 140 | 120 | 100 | 85 | 77 | 70 | 66 | 60 |
| Kolbengeschwindigkeit $c$ | 2,66 | 2,8 | 3,2 | 3,33 | 3,4 | 3,6 | 3,73 | 3,95 | 4,00 |
| $N_i$ bei 10 At. Überdr. $N_i$ | *280* | *675* | *1350* | *2200* | *2800* | *4000* | *5600* | *7400* | *9300* |
| Dampfverbrauch in kg | 7,2 | 7,0 | 7,0 | 6,8 | 6,6 | 6,4 | 6,2 | 6,1 | 6,0 |




Obiger Tabelle 149 sind die für 10 At. Überdruck am gebräuchlichsten und eingeführtesten Cylinderverhältnisse zu Grunde gelegt.

Werden die Maschinen nach Fig. 954 gebaut, so zeigt Fig. 958 die **Reihenfolge der Kurbeln,** damit beim Vorwärtsgang die Dampfmenge, mit welcher die obere Seite des Hochdruckcylinders beschickt wird, ebenfalls in der oberen Seite des folgenden Cylinders wirken muss; der Dampf also in der kürzesten Zeit (ohne Aufstauchung) seine Arbeit in der Maschine verrichtet.*)

*) S. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1886, No. 24.

## b. Als stationäre Maschine.

Ob überhaupt und unter welchen Verhältnissen die Dreifach-Expansionsmaschine, als **stat. Masch.**, dem Compound-System vorzuziehen ist, darüber gehen die Ansichten sehr auseinander. Zu Gunsten der **Dreifach**-Expansionsmaschine spricht die bessere Ausnützung des hochgespannten Dampfes (10 At.) und der daraus sich ergebende geringere Dampf-Verbrauch.

Als **Nachteil** muss angesehen werden, dass die Anzahl der (sich teils bewegenden) Maschinenteile um ca. $^1/_3$ vergrössert wird, und dadurch Wartung und Reparaturkosten sich ungünstiger gestalten. Ausserdem ist die Leerlauf-Arbeit grösser, also der Nutzeffect kleiner als bei einer Compound-Maschine.

Die Versuche, welche Prof. Schröter an einer von der Augsburger Maschinenfabrik gebauten **stationären** Dreifach-Expansionsmaschine anstellte, sind in einer sehr interessanten Abhandlung in der Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1890 Nr. 1 veröffentlicht.

Die Maschine hatte zwei um 90° versetzte Kurbeln und liegen die Cylinder I (Hochdruck) und II (Mitteldruck) hintereinander mit gemeinschaftlicher Kolbenstange, Cylinder III (Niederdruck) auf der anderen Seite des Schwungrades.

Für 10 At. Überdruck bestimmt und mit Condensation versehen, sollte die Maschine bei 70 Touren pro Minute 200 indizierte Pferdekräfte normal leisten.

Die Hauptdimensionen zeigt Tabelle 150.

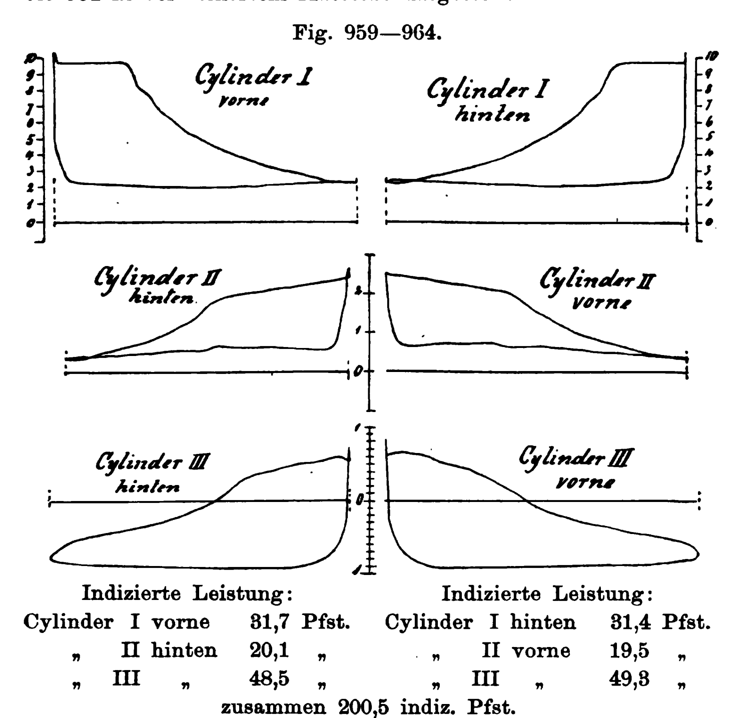
### Dreifach-Expansions-Maschine.
### Tabelle 150.

| | Cylinder I | | Cylinder II | | Cylinder III | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | vorn | hinten | vorn | hinten | vorn | hinten |
| Durchm. in cm . . | 28,2 | | 45,07 | | 70,13 | |
| Kolbenstange in cm | 7,5 | 8,5 | 8,5 | 0 | 8,5 | 8,5 |
| Hub in m . . . . | 1,000 | | 1,000 | | 1,0005 | |
| Cylinder-Verhältnis | 1 | | 2,73 | | 6,63 | |
| Cylinder-Verhältnis | | | 1 | | 2,34 | |
| $p_m$ kg pro qcm . . | 3,40 | 3,28 | 0,903 | 0,921 | 0,872 | 0,862 |

Der in der untersten Zeile angegebene mittlere Kolbenüberdruck $p_m$ wurde aus 5 verschiedenen Versuchen ermittelt.

Von den erhaltenen Diagrammen ist ein Satz in Fig. 959 bis 964 in verkleinertem Massstab dargestellt.

Fig. 959—964.




| Indizierte Leistung: | | | Indizierte Leistung: | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cylinder | I vorne | 31,7 Pfst. | Cylinder | I hinten | 31,4 Pfst. |
| „ | II hinten | 20,1 „ | „ | II vorne | 19,5 „ |
| „ | III „ | 48,5 „ | „ | III „ | 49,3 „ |

zusammen 200,5 indiz. Pfst.

Als Dampferzeuger dient ein Dürr'scher Röhrenkessel von 164 qm wasserberührter Heizfläche und 13 At. concessioniertem Betriebsdruck, während den Versuchen wurden jedoch nur 10 At. Überdruck erzeugt.

Der Dampfverbrauch wurde auf 5,68 kg pro indiz. Pfst. und Stunde festgesetzt.

Ein Leerlauf-Diagramm bei abgenommenen Seilen ergab 23,8 Pfst., also $11^1/_2$ Prozent der Normalleistung.

Anmerkung des Verfassers:

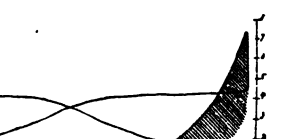
Die obigen Diagramme dürfen durchaus nicht als Muster dienen, weil durch richtige Verhältnisse die Schleifen an den Enden der Expansionsperioden des Hoch- und Mitteldruckcylinders hätten vermieden werden können. Wäre auf einen **Spannungsabfall** von mindestens 0,2 At. beim Hoch- und

Mitteldruckcylinder Rücksicht genommen, so würde das Resultat ein noch günstigeres geworden sein.

Die **Compression** des Hochdruck- und Mitteldruck-Cylinders nehme man **möglichst gering**, damit bei etwas stärkerer Beanspruchung der Maschine der Enddruck der Compression den Admissionsdruck nicht übersteigt und die Schleifen in den Diagrammen vor Beginn des Dampfeintritts vermieden werden.

Auch die **Hochdruckcylinder** der **Compoundmaschinen** haben meist zu viel Compression. Beistehende Figur 965 zeigt das Diagramm des Hochdruckcylinders der Compound-Maschine vom Rheinschraubendampfer „Matador". Die Compression wird durch fehlerhafte Steuerung auf 7,2 At. Überdruck gesteigert, während der Admissionsdruck nur 4,2 At. beträgt. Die schraffierte Fläche giebt den dadurch entstehenden Verlust an. Für häufig an der Maschinen-Achse vorgekommene Brüche sind vielleicht obige Fehler Ursache.

Fig. 965.



# Abschnitt XI.

## Dampfkessel und Schornsteine.

# Dampfkessel, Fig. 966—980 u. 982—983, der Görlitzer Maschinenbau-Act.-Ges., Görlitz.




Fig. 966—967. **Cylinderischer (einfach runder) Kessel.***)

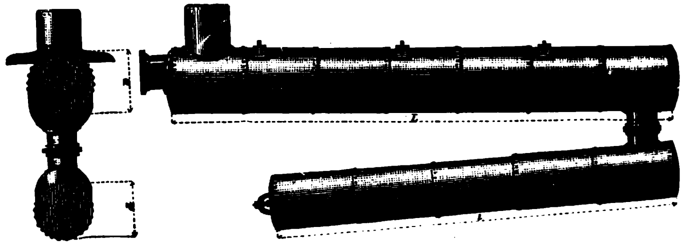


Fig. 968—969. **Cylinderischer Ober- und Unterkessel.***)

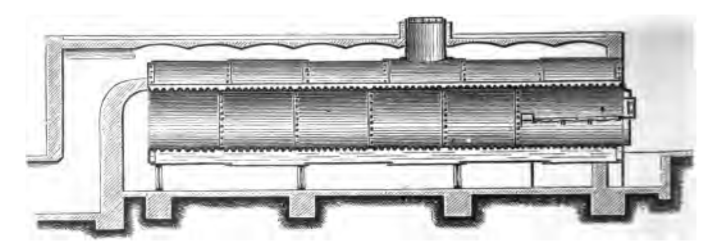


Fig. 970. **Kessel mit Wellrohr und innerer Feuerung.***)

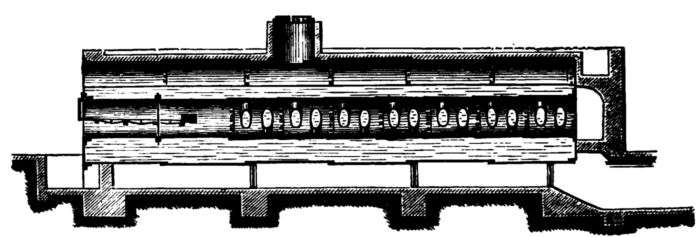


Fig. 971. **Galloway-Kessel mit innerer Feuerung.***)

Die mit *) bez. Kessel sind von der **Görlitzer Maschinenbau-Act.-Ges., Görlitz.**

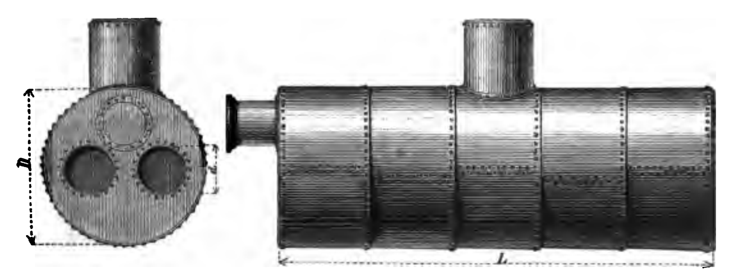



Fig. 972—973. **Cornwall-Kessel mit zwei Feuerrohren und aussen liegender Planrost- oder Treppenrost-Feuerung.***)

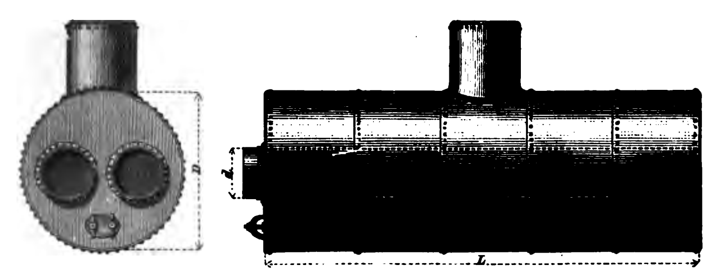



Fig. 974—975. **Cornwall-Kessel mit zwei Feuerrohren und innerer Feuerung.***)




Fig. 976—977. **Röhrenkessel mit untenliegender Feuerung.***)

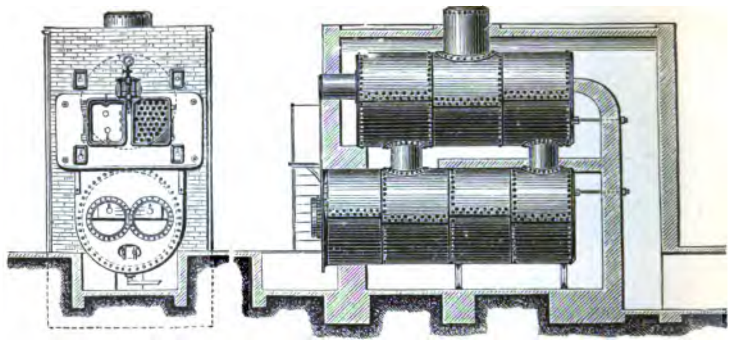


Fig. 978—979. **Combinierter Cornwall- und Röhrenkessel.***)

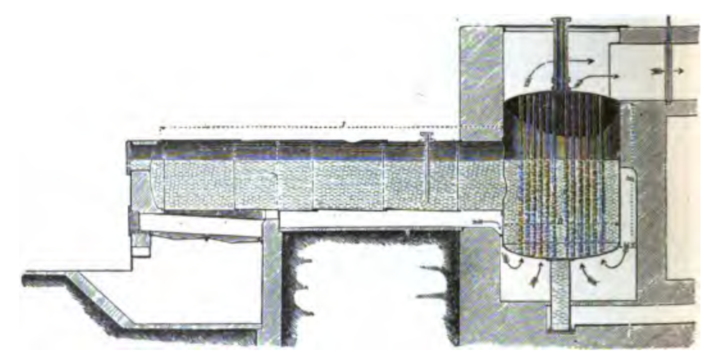


Fig. 980. **Röhrenkessel, System Dupuis.***)

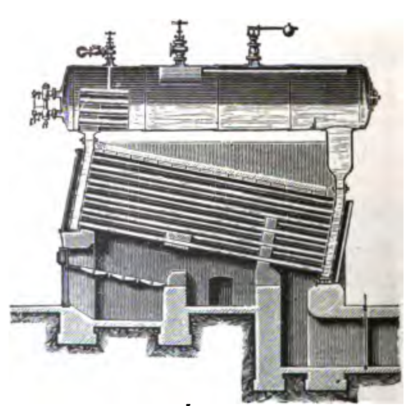


Fig. 981. **Wasser-Rohrkessel**
von Petry-Dereux, Düren (Rheinland).

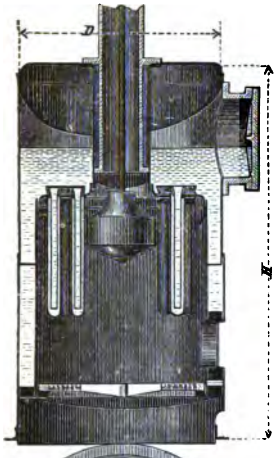





Fig. 982—983.
**Field**'scher **Röhrenkessel.***)

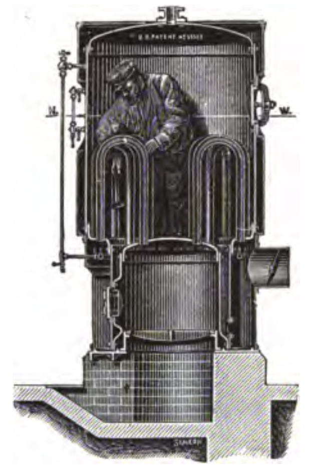


Fig.984.
**Röhrendampfkessel** D. R.-P.
von Arndt & Marichal,
Aachen.

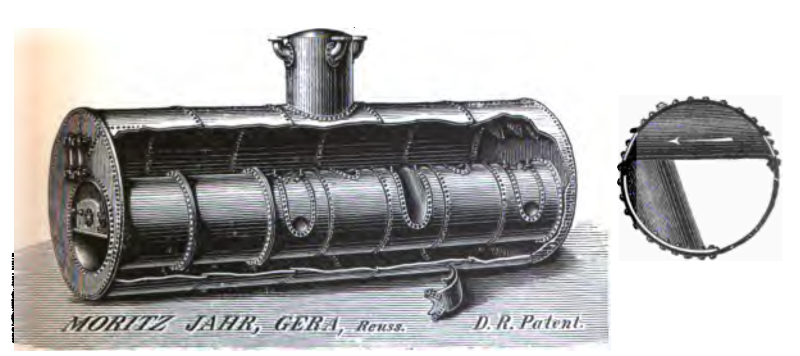
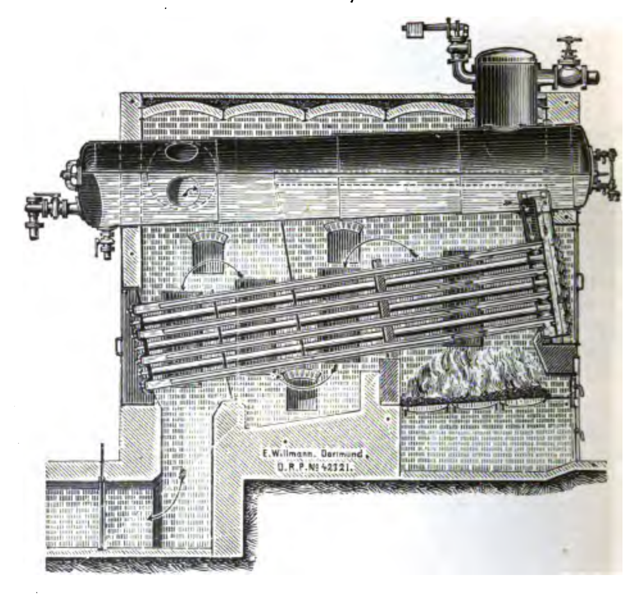



Fig. 985—986. **Cornwall-Kessel** mit **Pat.-Feuerrohr**
von Moritz Jahr, Gera (Reuss).

Fig. 987. **Willmann's Wasserröhren-Kessel** D. R.-P., **Wasser- und Dampfwege vollständig getrennt,** von E. Willmann, Dortmund.



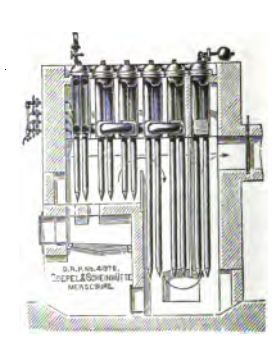



Fig. 988. **Batterie-Dampf-Erzeuger** D. R.-P. der Motorenfabrik Merseburg.

Fig. 989. **Röhrendampfkessel**
von Dürr & Cie., Ratingen b. Düsseldorf.

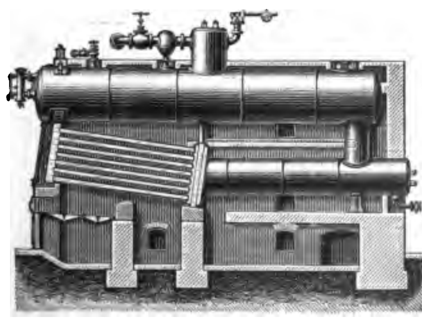


Fig. 990.

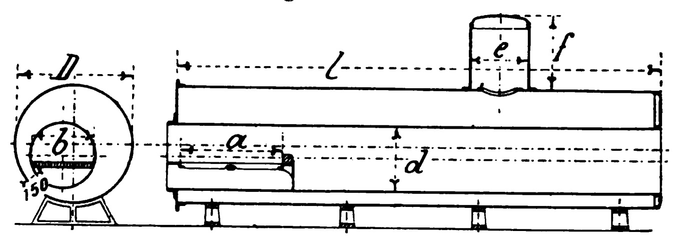
**Circulations - Dampfkessel**

D. R.-P.

von Petry-Dereux,

Düren (Rheinland).

Fig. 991—992.

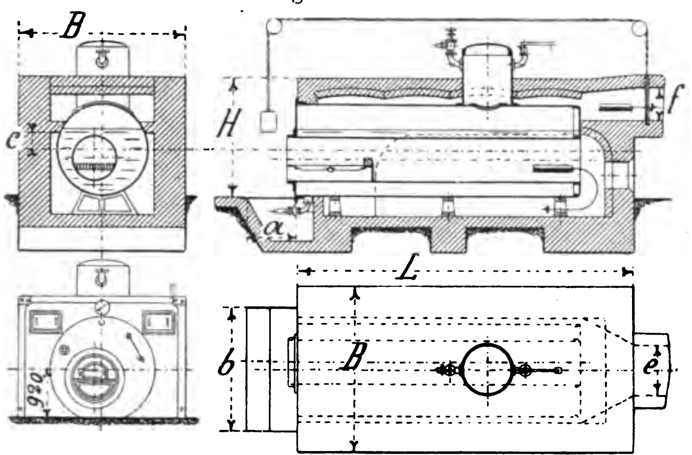



## Cornwall-Kessel, Fig. 991—992, mit innen liegender Feuerung.

**Tabelle 151.**

| $N_e$ | Wasser-bespülte Heizfläche in qm | Rost | | | Kessel | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Flammrohr | | Dom | |
| | | qm | *a* | *b* | *l* | *D* | Zahl | *d* | *e* | *f* |
| **2** | *5* | 0,23 | 510 | 450 | 1850 | 1000 | 1 | 450 | 470 | 600 |
| **4** | *9* | 0,35 | 700 | 510 | 2850 | 1150 | 1 | 510 | 550 | 680 |
| **6** | *13* | 0,47 | 875 | 540 | 3750 | 1200 | 1 | 540 | 600 | 740 |
| **8** | *16* | 0,56 | 970 | 580 | 4300 | 1255 | 1 | 580 | 630 | 770 |
| **10** | *20* | 0,67 | 1070 | 630 | 4850 | 1300 | 1 | 630 | 650 | 800 |
| **15** | *28* | 0,87 | 1200 | 750 | 6000 | 1450 | 1 | 750 | 700 | 850 |
| **20** | *34* | 1,19 | 1040 | 2 X 580 | 5650 | 1725 | 2 | 580 | 785 | 940 |
| **25** | *40* | 1,30 | 1100 | 2 X 580 | 6400 | 1725 | 2 | 580 | 785 | 940 |
| **30** | *48* | 1,50 | 1200 | 2 X 630 | 7000 | 1800 | 2 | 630 | 800 | 980 |
| **35** | *56* | 1,75 | 1400 | 2 X 630 | 8150 | 1800 | 2 | 630 | 800 | 980 |
| **40** | *64* | 2,00 | 1470 | 2 X 680 | 8750 | 1900 | 2 | 680 | 850 | 1050 |
| **45** | *72* | 2,25 | 1500 | 2 X 750 | 9400 | 2100 | 2 | 750 | 900 | 1100 |
| **50** | *80* | 2,50 | 1670 | 2 X 750 | 10000 | 2100 | 2 | 750 | 900 | 1100 |

Fig. 993—996.



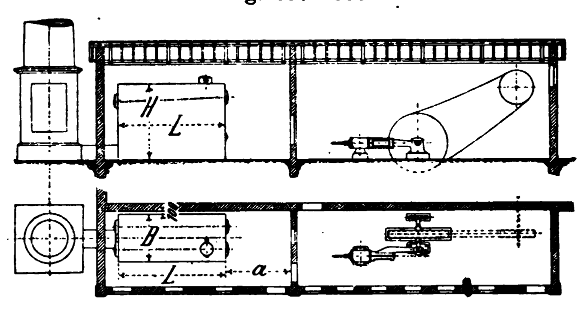

# Kessel-Einmauerung, Fig. 993—996,

(zum Kessel Fig. 991—992).

## Tabelle 152.

| $N_e$ | Heizfl. qm | $L$ | $B$ | $H$ | $a$ | $b$ | $c$ | $e$ | $f$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2** | *5* | 2400 | 1960 | 1800 | 450 | 800 | 150 | 500 | 500 |
| **4** | *9* | 3450 | 2110 | 1900 | 500 | 900 | 180 | 500 | 500 |
| **6** | *13* | 4400 | 2180 | 1950 | 550 | 1000 | 195 | 500 | 500 |
| **8** | *16* | 5050 | 2235 | 2000 | 600 | 1100 | 205 | 600 | 600 |
| **10** | *20* | 5600 | 2350 | 2070 | 650 | 1200 | 230 | 600 | 600 |
| **15** | *28* | 6800 | 2500 | 2150 | 700 | 1300 | 260 | 600 | 600 |
| **25** | *40* | 7250 | 2825 | 2400 | 750 | 1400 | 280 | 700 | 700 |
| **40** | *64* | 9650 | 3000 | 2400 | 800 | 1500 | 300 | 700 | 700 |
| **50** | *80* | 10950 | 3500 | 2450 | 850 | 1600 | 340 | 700 | 700 |

Fig. 997—998.




# Ungefährer Raumbedarf der Circulations-Röhrenkessel,

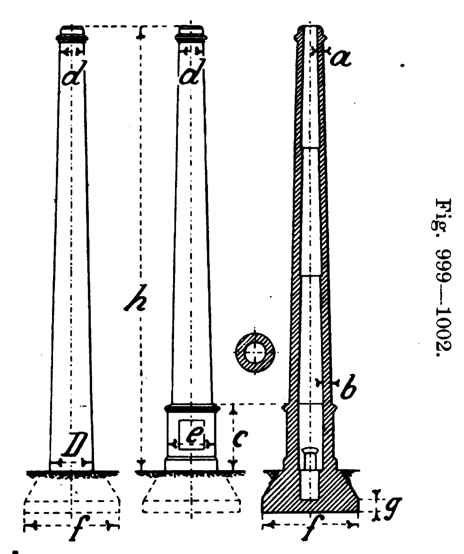
Fig. 997—998.

**Tabelle 153.**

| Pferdekr. $N_e$ | Heizfl. qm | $a$ | $L$ | $B$ | $H$ |
|---|---|---|---|---|---|
| **6** | *9* | 2,6 | 3,2 | 1,5 | 3,4 |
| **8** | *12* | 2,7 | 3,5 | 1,6 | 3,5 |
| **10** | *15* | 2,8 | 3,8 | 1,7 | 3,6 |
| **15** | *23* | 2,9 | 4,1 | 1,8 | 3,7 |
| **20** | *30* | 3,0 | 4,4 | 1,9 | 3,8 |
| **25** | *38* | 3,1 | 4,7 | 2,0 | 3,9 |
| **30** | *45* | 3,2 | 5,0 | 2,1 | 4,0 |
| **35** | *53* | 3,3 | 5,2 | 2,2 | 4,1 |
| **40** | *60* | 3,4 | 5,4 | 2,3 | 4,2 |
| **45** | *68* | 3,5 | 5,6 | 2,4 | 4,3 |
| **50** | *75* | 3,6 | 5,8 | 2,5 | 4,4 |
| **60** | *90* | 3,7 | 6,0 | 2,6 | 4,5 |
| **70** | *105* | 3,8 | 6,1 | 2,7 | 4,6 |
| **80** | *120* | 3,9 | 6,2 | 2,8 | 4,7 |
| **90** | *135* | 4,0 | 6,3 | 2,9 | 4,8 |
| **100** | *150* | 4,1 | 6.4 | 3,0 | 4,9 |
| **125** | *188* | 4,2 | 6.5 | 3,2 | 5,0 |
| **150** | *225* | 4,3 | 6,6 | 3,5 | 5,2 |
| **175** | *263* | 4,4 | 6,7 | 3,7 | 5,4 |
| **200** | *300* | 4.5 | 6.8 | 3,9 | 5,6 |

Maasse sind in Meter angegeben.

Das Maass *a*, die Entfernung von der Feuerung bis zur Wand, gilt auch für Cornwall-Kessel.




## **Schornsteine** für normale Verhältnisse. Fig. 999—1002.

**Tabelle 154.**

| $N_e$ | Heizfl qm | in m $h$ | $d$ | $D$ | $a$ | $b$ | $c$ | $e$ | $f$ | $g$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **10** | *20* | 16 | 900 | 1550 | 200 | 300 | 3000 | 1750 | 2100 | 600 |
| **15** | *28* | 18 | 950 | 1700 | 200 | 320 | 3500 | 1950 | 2600 | 650 |
| **25** | *40* | 22 | 1000 | 1950 | 200 | 350 | 4000 | 2250 | 3100 | 700 |
| **40** | *64* | 30 | 1100 | 2350 | 200 | 420 | 4500 | 2700 | 4500 | 750 |
| **55** | *88* | 35 | 1200 | 2700 | 200 | 460 | 5000 | 3100 | 5000 | 800 |
| **75** | *110* | 38 | 1300 | 2950 | 200 | 500 | 5500 | 3450 | 5400 | 850 |
| **90** | *130* | 40 | 1400 | 3300 | 200 | 540 | 5700 | 3900 | 5700 | 900 |
| **110** | *160* | 42 | 1500 | 3600 | 200 | 580 | 6000 | 4250 | 6000 | 950 |

Der obere lichte Durchmesser ist $= d - 2\,a$. Bei gelochten Formsteinen wird die Wandstärke $= {}^3/_4\,a$ resp. ${}^3/_4\,b$.

## Exact-Deflectoren. Fig. 1003 — 1004.

**Keidel & Co., Berlin W.**

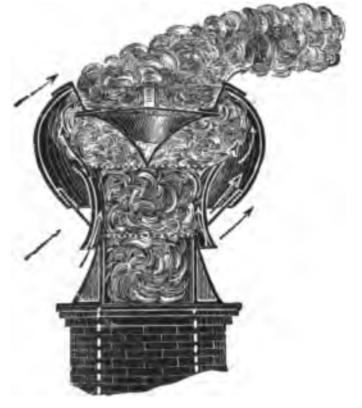


Fig. 1003. Fig. 1004.

# Allgemeine polizeiliche Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln.

### I. Bau der Dampfkessel.

§ 1. Die vom Feuer berührten Wandungen der Dampfkessel, der Feuerröhren und der Siederöhren dürfen nicht aus Gusseisen hergestellt werden, sofern deren lichte Weite bei cylindrischer Gestalt 25 Centimeter, bei Kugelgestalt 30 Centimeter übersteigt.

Die Verwendung von Messingblech ist nur für Feuerröhren, deren lichte Weite 10 Centimeter nicht übersteigt, gestattet.

§ 2. Die um oder durch einen Dampfkessel gehenden Feuerzüge müssen an ihrer höchsten Stelle in einem Abstande von mindestens 10 Centimeter unter dem festgesetzten niedrigsten Wasserspiegel des Kessels liegen. Bei Dampfschiffskesseln von 1 bis 2 Meter Breite muss der Abstand mindestens 15 Centimeter, bei solchen von grösserer Breite mindestens 25 Centimeter betragen.

Diese Bestimmungen finden keine Anwendung auf Dampfkessel, welche aus Siederöhren von weniger als 10 Centimeter Weite bestehen, sowie auf solche Feuerzüge, in welchen ein Erglühen des mit dem Dampfraume in Berührung stehenden Teiles der Wandungen nicht zu befürchten ist. Die Gefahr des Erglühens ist in der Regel als ausgeschlossen zu betrachten, wenn die vom Wasser bespülte Kesselfläche, welche von dem Feuer vor Erreichung der vom Dampfe bespülten Kesselfläche bestrichen wird, bei natürlichem Luftzuge mindestens zwanzigmal, bei künstlichem Luftzuge mindestens vierzigmal so gross ist, als die Fläche des Feuerrostes.

### II. Ausrüstung der Dampfkessel.

§ 3. An jedem Dampfkessel muss ein Speiseventil angebracht sein, welches bei Abstellung der Speisevorrichtung durch den Druck des Kesselwassers geschlossen wird.

§ 4. Jeder Dampfkessel muss mit zwei zuverlässigen Vorrichtungen zur Speisung versehen sein, welche nicht von derselben Betriebsvorrich-

tung abhängig sind, und von denen jede für sich imstande ist, dem Kessel die zur Speisung erforderliche Wassermenge zuzuführen. Mehrere zu einem Betriebe vereinigte Dampfkessel werden hierbei als ein Kessel angesehen.

§ 5. Jeder Dampfkessel muss mit einem Wasserstandsglase und mit einer zweiten geeigneten Vorrichtung zur Erkennung seines Wasserstandes versehen sein. Jede dieser Vorrichtungen muss eine gesonderte Verbindung mit dem Innern des Kessels haben, es sei denn, dass die gemeinschaftliche Verbindung durch ein Rohr von mindestens 60 Quadratcentimeter lichtem Querschnitt hergestellt ist.

§ 6. Werden Probirhähne zur Anwendung gebracht, so ist der unterste derselben in der Ebene des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes anzubringen. Alle Probirhähne müssen so eingerichtet sein, dass man behufs Entfernung von Kesselstein in gerader Richtung hindurchstossen kann.

§ 7. Der für den Dampfkessel festgesetzte niedrigste Wasserstand ist an dem Wasserstandsglase, sowie an der Kesselwandung oder dem Kesselmauerwerke durch eine in die Augen fallende Marke zu bezeichnen.

§ 8. Jeder Dampfkessel muss mit wenigstens einem zuverlässigen Sicherheitsventile versehen sein.

Wenn mehrere Kessel einen gemeinsamen Dampfsammler haben, von welchem sie nicht einzeln abgesperrt werden können, so genügen für dieselben zwei Sicherheitsventile.

Dampfschiffs-, Locomobil- und Locomotivkessel müssen immer mindestens zwei Sicherheitsventile haben. Bei Dampfschiffskesseln, mit Ausschluss derjenigen auf Seeschiffen, ist dem einen Ventile eine solche Stellung zu geben, dass die vorgeschriebene Belastung vom Verdeck aus mit Leichtigkeit untersucht werden kann.

Die Sicherheitsventile müssen jederzeit gelüftet werden können. Sie sind höchstens so zu belasten, dass sie bei Eintritt der für den Kessel festgesetzten Dampfspannung den Dampf entweichen lassen.

§ 9. An jedem Dampfkessel muss ein zuverlässiges Manometer angebracht sein, an welchem die festgesetzte höchste Dampfspannung durch eine in die Augen fallende Marke zu bezeichnen ist.

An Dampfschiffskesseln müssen zwei dergleichen Manometer angebracht werden, von denen sich das eine im Gesichtskreise des Kesselwärters, das andere, mit Ausnahme der Seeschiffe, auf dem Verdecke an einer für die Beobachtung bequemen Stelle befindet. Sind auf einem Dampfschiffe mehrere Kessel vorhanden, deren Dampfräume mit einander in Verbindung stehen, so genügt es, wenn ausser den an den einzelnen Kesseln befindlichen Manometern auf dem Verdecke ein Manometer angebracht ist.

§ 10. An jedem Dampfkessel muss die festgesetzte höchste Dampfspannung, der Name des Fabrikanten, die laufende Fabriknummer und das Jahr der Anfertigung in leicht erkennbarer und dauerhafter Weise angegeben sein.

## III. Prüfung der Kessel.

§ 11. Jeder neu aufzustellende Dampfkessel muss nach seiner letzten Zusammensetzung vor der Einmauerung oder Ummantelung unter Verschluss sämtlicher Öffnungen mit Wasserdruck geprüft werden.

Die Prüfung erfolgt bei Dampfkesseln, welche für eine Dampfspannung von nicht mehr als fünf Atmosphären Überdruck bestimmt sind, mit dem zweifachen Betrage des beabsichtigten Überdrucks, bei allen üribgen Dampfkesseln mit einem Drucke, welcher den beabsichtigten Überdruck um fünf Atmosphären übersteigt. Unter Atmospärendruck wird ein Druck von einem Kilogramm auf den Quadratcentimeter verstanden.

Die Kesselwandungen müssen dem Probedruck widerstehen, ohne eine bleibende Veränderung ihrer Form zu zeigen und ohne undicht zu werden. Sie sind für undicht zu erachten, wenn das Wasser bei dem höchsten Drucke in anderer Form als der von Nebel oder feinen Perlen durch die Fugen dringt.

§ 12. Wenn Dampfkessel eine Ausbesserung in der Kesselfabrik erfahren haben, oder wenn sie behufs der Ausbesserung an der Betriebsstätte blossgelegt worden sind, so müssen sie in gleicher Weise, wie neu aufzustellende Kessel, der Prüfung mittelst Wasserdrucks unterworfen werden.

Wenn bei Kesseln mit innerem Feuerrohr ein solches Rohr, und bei den nach Art der Lokomotivkessel gebauten Kesseln die Feuerbüchse

behufs Ausbesserung oder Erneuerung herausgenommen oder, wenn bei cylindrischen und Siederkesseln eine oder mehrere Platten neu eingezogen werden, so ist nach der Ausbesserung oder Erneuerung ebenfalls die Prüfung mittelst Wasserdrucks vorzunehmen. Der völligen Blosslegung des Kessels bedarf es hier nicht.

§ 13. Der bei der Prüfung ausgeübte Druck darf nur durch ein genügend hohes offenes Quecksilbermanometer oder durch das von dem prüfenden Beamten geführte amtliche Manometer festgestellt werden.

An jedem Dampfkessel muss sich eine Einrichtung befinden, welche dem prüfenden Beamten die Anbringung des amtlichen Manometers gestattet.

## IV. Aufstellung der Dampfkessel.

§ 14. Dampfkessel, welche für mehr als vier Atmosphären Überdruck bestimmt sind, und solche, bei welchen das Product aus der feuerberührten Fläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmophären-Überdruck mehr als zwanzig beträgt, dürfen unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, nicht aufgestellt werden. Innerhalb solcher Räume ist ihre Aufstellung unzulässig, wenn dieselben überwölbt, oder mit fester Balkendecke versehen sind.

An jedem Dampfkessel, welcher unter Räumen, in welchen Menschen sich aufzuhalten pflegen, aufgestellt wird, muss die Feuerung so eingerichtet sein, dass die Einwirkung des Feuers auf den Kessel sofort gehemmt werden kann.

Dampfkessel, welche aus Siederöhren von weniger als 10 Centimeter Weite bestehen, und solche, welche in Bergwerken unterirdisch oder in Schiffen aufgestellt werden, unterliegen diesen Bestimmungen nicht.

§ 15. Zwischen dem Mauerwerke, welches den Feuerraum und die Feuerzüge feststehender Dampfkessel einschliesst, und den dasselbe umgebenden Wänden muss ein Zwischenraum von mindestens 8 Centimeter verbleiben, welcher oben abgedeckt und an den Enden verschlossen werden darf.

## V. Allgemeine Bestimmungen.

§ 16. Wenn Dampfkesselanlagen, die sich zur Zeit bereits im Betriebe befinden, den vorstehenden Bestimmungen aber nicht entsprechen, eine Veränderung der Betriebsstätte erfahren sollen, so kann bei deren Genehmigung eine Abänderung in dem Baue der Kessel nach Maassgabe der §§ 1 und 2 nicht gefordert werden. Dagegen finden im übrigen die vorstehenden Bestimmungen auch für solche Fälle Anwendung.

§ 17. Die Centralbehörden der einzelnen Bundesstatten sind befugt, in einzelnen Fällen von der Beachtung der vorstehenden Bestimmungen zu entbinden.

§ 18. Die vorstehenden Bestimmungen finden keine Anwendung:

1. auf Kochgefässe, in welchen mittelst Dampfes, der einem anderweitigen Dampfentwickler entnommen ist, gekocht wird;
2. auf Dampfüberhitzer oder Behälter, in welchem Dampf, der einem anderweitigen Dampfentwickler entnommen ist, durch Einwirkung von Feuer besonders erhitzt wird;
3. auf Kochkessel, in welchen Dampf aus Wasser durch Einwirkung von Feuer erzeugt wird, wofern dieselben mit der Atmosphäre durch ein unverschliessbares, in den Wasserraum hinabreichendes Standrohr von nicht über 5 Meter Höhe und mindestens 8 Centimeter Weite verbunden sind.

§. 19. In Bezug auf die Kessel in Eisenbahnlocomotiven bleiben auch ferner noch die Bestimmungen des Bahnpolizeireglements für Eisenbahnen vom 3. Juni 1870 in Geltung.

Berlin, den 29. Mai 1871.

Der Reichskanzler.
In Vertretung:
(gez.) Delbrück.

## Auszug aus den Verordnungen vom 24. Juni 1872.

Alle zwei Jahre soll eine äussere und alle sechs Jahre eine innere Untersuchung der Kessel stattfinden. Erstere umfasst die Vorrichtungen zum Speisen, zur Erkennung des Wasserstandes, zur Regelung und Absperrung des Zuges und zur Erkennung des Dampfdruckes. Zu untersuchen sind ferner: Zustand der Sicherheitsventile, sowie der ganzen Feuerungsanlage; auch ist zu prüfen, ob der Kesselwärter die zur Sicherheit des Betriebes vorhandenen Vorrichtungen und deren Behandlung kennt.

Bei der innern Untersuchung ist der Kessel kalt zu legen. Sie erstreckt sich auf den Zustand der ganzen Kesselanlage, innen und aussen und ist mit einer Wasserdruckprobe verbunden. Sofern die Untersuchung es nötig macht, ist Mauerwerk oder sonstige Umhüllung des Kessels teilweise oder ganz zu entfernen. — Erhebliche Unregelmässigkeiten ermächtigen den Beamten zur Wiederholung der Untersuchung im folgenden Jahre. Werden Gefahr bringende Mängel nicht beseitigt, findet eine neue Untersuchung nach Ablauf der Frist zur Beseitigung der Mängel statt.

Die äussere Revision erfolgt ohne vorherige Anzeige; die innere wird mindestens vier Wochen vorher angemeldet und möglichst mit dem Kesselbesitzer vereinbart.

Bewegliche Kessel sind im Laufe des Revisionsjahrs nach erfolgter Aufforderung an einem beliebigen Orte des Revisionsbezirks zur Untersuchung bereit zu stellen.

Dampfschiffskessel sollen vor dem Beginn der Fahrperiode untersucht und im Betriebe nicht gestört werden.

Stellt man einen Kessel zur Untersuchung nicht bereit, so ist dessen Betrieb bis auf Weiteres still zu legen.

Der Kesselbesitzer hat die zur Untersuchung nöthige Hülfe unentgeltlich zu beschaffen.

Für jeden Kessel ist ein Revisionsbuch zur Eintragung des Befundes der Untersuchung zu halten. — Für Abstellung der entdeckten Mängel hat die Polizei zu sorgen.

Die äussere Untersuchung kostet 15 M. für einen oder den ersten Kessel, für folgende nur halb so viel, falls deren Untersuchung in dasselbe Jahr fällt, was im Allgemeinen geschehen soll.

# Inhaltsverzeichnis

## zu Abschnitt XII.

# Abschnitt XII.

## Rohrleitung und Armaturen.

## a. Frischdampfleitung.

### Der Leitungswiderstand.

Bedeutet:

$z$ den Leitungswiderstand in kg auf 1 qcm Rohrquerschnitt,
$\gamma$ die Dampfdichte, Gewicht eines cbm Dampfes in kg,
$l$ die Länge der Leitung in m,
$d$ den Durchmesser der Leitung in m,
$u$ die Dampfgeschwindigkeit in m pro Sec.,
so ist nach Prof. Fischer:*)

$$z = \frac{0{,}0015 \cdot \gamma \cdot \frac{l}{d} \cdot u^2}{10000}$$

Die Richtigkeit dieser Formel wird bestätigt durch Versuche des Prof. Gutermuth.*) Mit Hülfe der obigen Formel ist nachstehende Tabelle berechnet.

### Werte des Leitungswiderstandes resp. des Spannungs-Abfalles $z$ in kg pro qcm oder At. für $\frac{l}{d} = 100$.

**Tabelle 155.**

| Dampfüberdruck $p$ in At. | Dampfgeschwindigkeit $u$ in m pro Sec. | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 75 | 100 |
| 1 | 0,002 | 0,004 | 0,007 | 0,010 | 0,015 | 0,027 | 0,04 | 0,092 | 0,16 |
| 3 | 0,003 | 0,007 | 0,013 | 0,020 | 0,029 | 0,052 | 0,08 | 0,18 | 0,32 |
| 5 | 0,005 | 0,010 | 0,019 | 0,030 | 0,043 | 0,076 | 0,12 | 0,26 | 0,47 |
| 7 | 0,006 | 0,014 | 0,025 | 0,039 | 0,056 | 0,100 | 0,15 | 0,35 | 0,62 |
| 9 | 0,008 | 0,017 | 0,030 | 0,048 | 0,070 | 0,124 | 0,20 | 0,43 | 0,76 |
| 14 | 0.012 | 0,025 | 0,045 | 0,070 | 0,100 | 0,180 | 0,28 | 0,63 | 1,12 |

**Beispiel:** Eine Dampfmaschine sei vom Kessel $l = 60$ **m** entfernt, der lichte Durchm. der Dampfleitung betrage $d = 0{,}15$ **m**,

also $\frac{l}{d} = \frac{60}{0{,}15} = 400$,

die Dampfgeschwindigkeit sei . . . . . . . . $u = 30$ m,
der Dampfüberdruck im Kessel . . . . . . . $p = 7$ At.,
für $\frac{l}{d} = 100$ ist der Druckverlust nach Tabelle . $z = 0{,}056$ At..

also für $\frac{l}{d} = 400$ ist der Druckverlust $z = \frac{400}{100} \cdot 0{,}056 = 0{,}224$ At.

Bei Annahme von $u = 75$ m Dampfgeschw. wäre $z = 0{,}35 \cdot \frac{400}{100} = 1{,}4$ At.

*) S. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1887, Seite 718 u. 749.

## Die Dampf-Condensation in der Rohrleitung.

Die **Wasserbildung** infolge äusserer Abkühlung ist nach Prof. Gutermuth wesentlich von der Zeit abhängig, unabhängig jedoch von der Geschwindigkeit und Masse des durch die Leitung strömenden Dampfes. Es wird daher dieser Verlust relativ zu des pro Zeiteinheit durch die Leitung gehenden Dampfes um so **kleiner,** je **grösser** die Geschwindigkeit des letzteren ist. Mit dieser Zunahme der Geschwindigkeit wächst jedoch anderseits der **Spannungs-Abfall.** Es muss deshalb für eine bestimmte herzuleitende Dampfmenge eine Geschwindigkeit geben, bei welcher der Arbeitsverlust durch Spannungsabfall und Dampfcondensation ein Minimum wird.

Bei einer **gut umhüllten Rohrleitung** kann man pro qm Innen-Rohrfläche und Stunde ca. 1,5 kg Condensationswasser annehmen, und lässt sich dann mit Hülfe von Tabelle 156 für einen bestimmten Fall die günstigste Dampfgeschwindigkeit bestimmen.

* **Beispiel:** Eine Dampfmaschine für 5 At. Überdruck hat $D = 50$ cm Cylinderdurchm., $c = 2{,}0$ m Kolbengeschwindigkeit pro Sec., so wäre die bei voller Cylinderfüllung durch die Leitung strömende Dampfmenge:

$$Q = 0{,}50^2 \frac{\pi}{4} \cdot 2{,}0 = \sim 0{,}39 \text{ cbm} = 0{,}39 \cdot 3{,}23 = 1{,}26 \text{ kg pro Sec.}$$

Die Länge der Rohrleitung betrage **150 m,** und es soll der günstigste Rohrdurchm. bestimmt werden.

Vorerst sei angenommen:

Dampfgeschwindigkeit $u = 15$ m, dann ist:

der Rohrquerschnitt . . . . . . . . $d^2 \frac{\pi}{4} = \frac{0{,}39}{15} = 0{,}026$ qm,

daraus . . . . . . . . . . . . . . $d$ = . . 0,180 m,

also . . . . . . . . . . . . . . . $\frac{l}{d} = \frac{150}{0{,}180} = 833.$

**Druckverlust** pro $\frac{l}{d} = 100$ n. Tab. 155 $z = 0{,}01$ At.,

" " $\frac{l}{d} = 833$ . . . . . $z_s = 0{,}01 \cdot \frac{833}{100} = 0{,}0833$ At.

**Dampfverlust** durch Spannungsabfall in kg pro Stunde:

$$V_s = d^2 \frac{\pi}{4} u \frac{z_s}{p} \gamma \cdot 3600 = 0{,}026 \cdot 15 \cdot \frac{0{,}083}{6} \cdot 3{,}23 \cdot 3600 = 62{,}5 \text{ kg.}$$

Ganze Rohr-Innenfläche . $d \pi l = 0{,}180 \cdot \pi \cdot 150 = \sim 85$ qm,

Condensationswasser pr. St. $V_c = 1{,}5 \cdot 85 = 127{,}5$ kg,

Also **Gesamtverlust** . . . $V_g = V_s + V_c = 62{,}5 + 127{,}5 = 190$ kg;

Verlust in Prozenten der durchströmenden Dampfmenge

$$\frac{190 \cdot 100}{1{,}26 \cdot 3600} = 4{,}2\,\%.$$

---

* Beispiel unrichtig s. Nachtrag S. 406.

Nun rechnet man noch für andere Dampfgeschwindigkeiten die Verluste und entwirft ein Schema, Tabelle 156.

## Vergleichswerte zur Ermittelung der günstigsten Dampfgeschwindigkeit, für das vorstehende Beispiel.

### Tabelle 156.

| $u$ | $d^2 \frac{\pi}{4}$ | $d$ | $\frac{l}{d}$ | $z$ | $z_s$ | $V_s$ | $f$ | $V_c$ | $V_g$ | Gesamt-Dampf-Verlust in Prozent | Kosten der Leitung Mark |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 0,079 | 0,310 | 485 | 0,003 | 0,014 | 10,3 | 146 | 220 | 230 | 5,1 | 10000 |
| 10 | 0,039 | 0,225 | 670 | 0,005 | 0,035 | 26,5 | 106 | 159 | 185,5 | 4,05 | 7000 |
| 15 | 0,026 | 0,180 | 833 | 0,01 | 0,083 | 62,5 | 85 | 127,5 | 190 | 4,2 | 5000 |
| 20 | 0,0195 | 0,155 | 970 | 0,019 | 0,182 | 136 | 73 | 110 | 246 | 5,4 | 4000 |
| 25 | 0,0156 | 0,14 | 1070 | 0,03 | 0,310 | 234 | 66 | 99 | 333 | 7,3 | 3500 |
| 30 | 0,0112 | 0,12 | 1250 | 0,06 | 0,750 | 570 | 56 | 84 | 654 | 14,4 | 3000 |

Obige Tabelle zeigt, dass für das vorstehende Beispiel das **Minimum der Verluste** (volle Cylinderfüllung) zwischen 10 und 15 m Dampfgeschwindigkeit eintreten wird. Je nachdem nun auch der Kostenpunkt der Leitung mitspricht, wird man sich für $u = 20$ bis 25 m entsprechend 5,4 bis 7,3 % Gesamt-Verlust entscheiden. Handelt es sich um eine **Expansionsmaschine** von $^1/_4$ Füllung, so wird der Verlust $V_s$ ca. nur $^1/_4$ so gross. $V_c$ dagegen behält seine Grösse. Es würde in diesem Falle, für $u = 25\ m$, $V_g = \frac{V_s}{4} + V_c = \sim 160$ kg, in Prozenten der bei $^1/_4$ **Füllung** durchgehenden Dampfmenge also: $\frac{160 \cdot 4 \cdot 100}{1{,}26 \cdot 3600} = 14{,}1\,\%$. Die günstigste Dampfgeschwindigkeit wird wie oben ermittelt.

## Wasserabscheider und Wasserableiter.

Die **Frischdampf-Rohrleitung** ist vom Kessel aus mit etwas Gefälle nach der Maschine zu legen, und am tiefsten Punkt entweder ein **Wasserabscheider** und ein selbstthätiger **Condenswasser-Ableiter,** oder nur ein **Wasserableiter,** welcher direct mit der Rohrleitung verbunden wird, anzubringen.

Auf sehr **gute Umhüllung** der Rohrleitung ist immer Rücksicht zu nehmen, die ungefähren Preise einer solchen sind in Tabelle 157 enthalten.

## Preisüberschlag einer guten Umhüllung der Dampfrohre in Mk. pro lfd. Meter.

### Tabelle 157.

| Rohrdrchm. . . . . mm | 40 | 60 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Preis pro lfd. m . Mk. | 2,00 | 2,30 | 2,60 | 2,90 | 3,10 | 3,50 | 4,00 |
| Rohrdrchm. . . . . mm | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 600 |
| Preis pro lfd. m . Mk. | 4,50 | 5,00 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,00 | 10,00 |

# Wasserabscheider. Fig. 1005 — 1009.

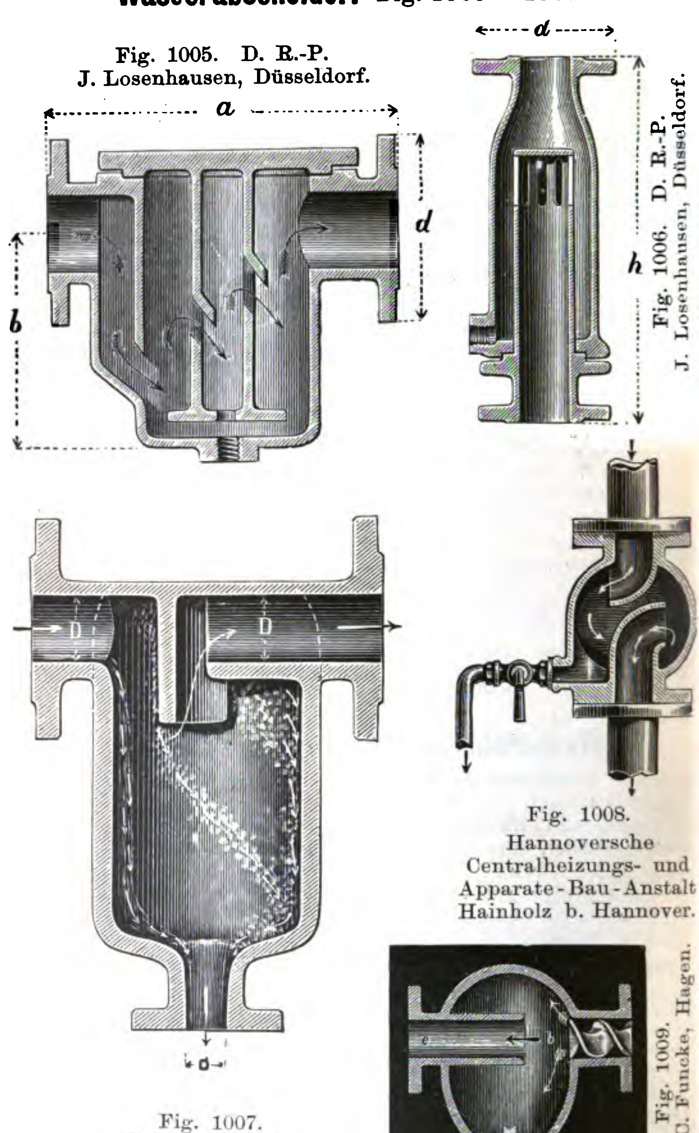



Fig. 1005. D. R.-P.
J. Losenhausen, Düsseldorf.

Fig. 1006. D. R.-P.
J. Losenhausen, Düsseldorf.

Fig. 1007.
Bopp & Reuter,
Mannheim.

Fig. 1008.
Hannoversche
Centralheizungs- und
Apparate-Bau-Anstalt
Hainholz b. Hannover.

Fig. 1009.
Aug. C. Funcke, Hagen.

# Condensationswasser-Ableiter. Fig. 1010—1015.

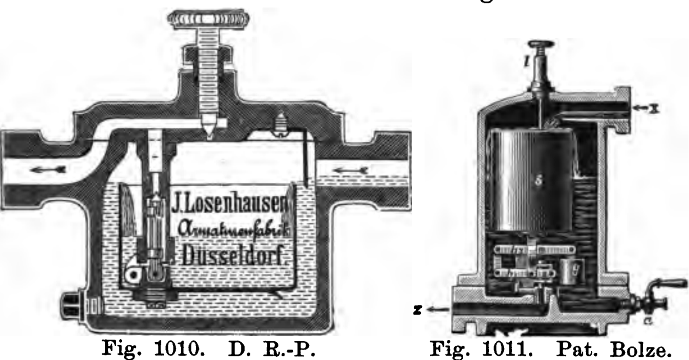



Fig. 1010. D. R.-P.
J. Losenhausen, Düsseldorf.

Fig. 1011. Pat. Bolze.
Hainholzer Condenstopf.

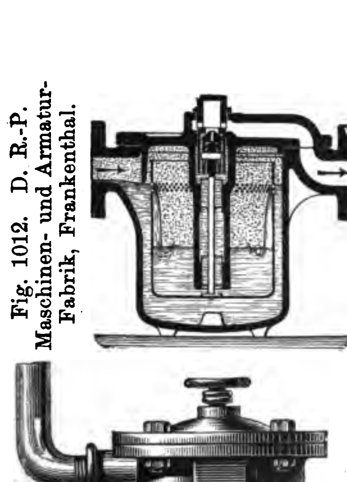


Fig. 1012. D. R.-P.
Maschinen- und Armatur-
Fabrik, Frankenthal.

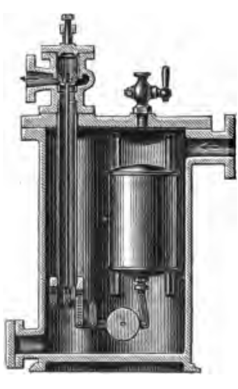


Fig. 1013. D. R.-P.
Maschinen- und Armatur-
Fabrik, Magdeburg.



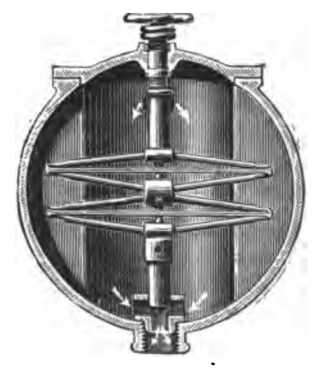


Fig. 1014—1015. Pat. Kuhlmann.
C. W. Julius Blancke & Co., Merseburg.

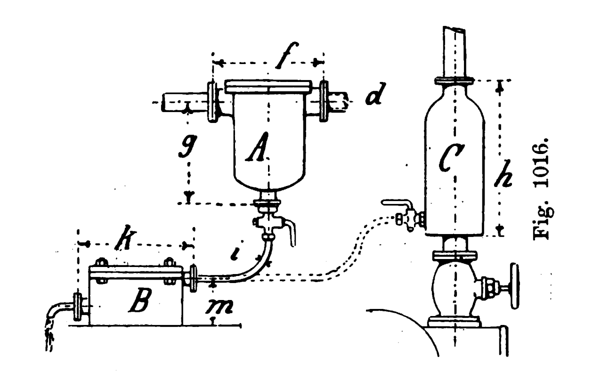


Fig. 1016.

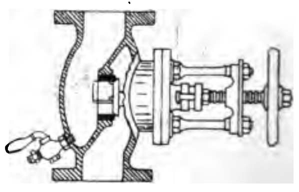
# Ungefährer Raumbedarf und Preise
## der Wasserabscheider und Condenswasser-Ableiter.

### Tabelle 158.

| *d* Rohrdrchm. mm | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 125 | 150 | 200 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *f* . . . „ | 300 | 300 | 300 | 350 | 400 | 400 | 500 | 550 | 600 | 700 |
| *g* . . . „ | 180 | 180 | 180 | 200 | 230 | 260 | 300 | 350 | 400 | 500 |
| *i* . . . „ | 15 | 15 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 | 30 | 30 | 35 |
| *k* . . . „ | 130 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 200 | 250 | 300 |
| *m* . . . „ | 80 | 80 | 85 | 85 | 90 | 100 | 110 | 130 | 150 | 170 |
| Preis *A* Mk. | *25* | *30* | *40* | *50* | *60* | *70* | *80* | *110* | *150* | *200* |
| „ *B* „ | *30* | *30* | *40* | *40* | *50* | *50* | *60* | *70* | *80* | *90* |
| *h* . . . mm | 400 | 450 | 500 | 525 | 550 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1100 |
| Preis *C* Mk. | *25* | *25* | *30* | *35* | *40* | *50* | *60* | *90* | *110* | *150* |

In Tab. 158 ist der Preis *A* für einen Wasser-Abscheider mit mehreren Scheidewänden wie z. B. Fig. 1005 angenommen, Abscheider mit keiner oder nur einer Scheidewand kosten etwa die Hälfte.

Bei **kürzeren Leitungen** kleinerer Dampfanlagen, welche vertikal in den Schieberkasten einmünden, begnügt man sich durch Anbringen eines **Condenshahnes** an das Absperrventil, Fig. 1017, und öffnet denselben, bevor das Ventil aufgedreht wird.


Fig. 1017.

# Die Ausdehnung der Rohrleitungen.

Für die **Längenausdehnung** der Rohre kann pro lfd. m 1,3 mm angenommen werden, und müssen die Federrohre Fig. 1018 bei der Montage, um ca. $^1/_3$ der aus obigem sich ergebenden Längenausdehnung auseinandergespannt, eingeschaltet werden.

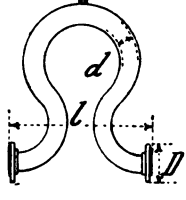



Fig. 1018.

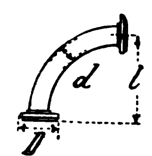



Fig. 1019.

## Federrohre und Rohrkrümmer aus Kupfer
### für Dampfleitungen von 7 Atm. Überdruck.

**Tabelle 159.**

| Rohr-drchm. | Federrohre aus Kupfer für eine Längenausdehnung von 50 mm | | 100 mm | | Knierohre aus Kupfer Fig. 1019 | | Flanschen abgedreht | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *d* mm | *l* | Preis Mk. | *l* | Preis Mk. | *l* | Preis Mk. | Äuss. Drchm. *D* | Preis p. Paar Mk. |
| **40** | 500 | 20 | 500 | 20 | 140 | 4 | 150 | 4 |
| **50** | 500 | 25 | 500 | 30 | 150 | 5 | 160 | 4 |
| **60** | 500 | 30 | 600 | 40 | 160 | 6 | 175 | 5 |
| **70** | 600 | 40 | 600 | 50 | 170 | 7 | 185 | 5 |
| **80** | 600 | 50 | 700 | 60 | 180 | 8,5 | 200 | 6 |
| **90** | 750 | 70 | 700 | 80 | 190 | 11 | 215 | 7 |
| **100** | 750 | 90 | 800 | 110 | 200 | 15 | 230 | 8 |
| **125** | 750 | 120 | 800 | 150 | 225 | 20 | 260 | 11 |
| **150** | 1000 | 160 | 1000 | 200 | 250 | 28 | 290 | 13 |
| **175** | 1000 | 200 | 1000 | 270 | 275 | 35 | 320 | 16 |
| **200** | 1000 | 250 | 1250 | 350 | 300 | 45 | 350 | 18 |
| **225** | 1250 | 300 | 1250 | 440 | 325 | 55 | 370 | 19 |
| **250** | 1250 | 360 | 1500 | 540 | 350 | 65 | 400 | 20 |
| **275** | 1250 | 430 | 1500 | 660 | 375 | 75 | 425 | 21 |
| **300** | 1250 | 520 | 1600 | 800 | 400 | 90 | 450 | 22 |

Friedrich-Wilhelmshütte

# Normalien für gusseiserne

aufgestellt von dem Verein deutscher Ingenieure und

**Tabelle**

| Lichter Durchm. d. Rohres $D$ | Normale Wandstärke $\delta$ | Äusserer Durchm. d. Rohres $D1$ | Durchm. des Flansches $D'$ | Dicke des Flansches $d$ | Breite der Dichtungsleiste $b$ | Höhe der Dichtungsleiste $h$ | Lochkreisdurchmesser $D''$ | Anzahl der Schrauben | Stärke der Schrauben $s$ | | Länge der Schrauben $l$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | Stück | mm | " engl | mm |
| 40 | 8 | 56 | 140 | 18 | 25 | 3 | 110 | 4 | 13 | $^1/_2$ | 70 |
| 50 | 8 | 66 | 160 | 18 | 25 | 3 | 125 | 4 | 15,5 | $^5/_8$ | 75 |
| 60 | 8,5 | 77 | 175 | 19 | 25 | 3 | 135 | 4 | 15,5 | $^5/_8$ | 75 |
| 70 | 8,5 | 87 | 185 | 19 | 25 | 3 | 145 | 4 | 15,5 | $^5/_8$ | 75 |
| 80 | 9 | 98 | 200 | 20 | 25 | 3 | 160 | 4 | 15,5 | $^5/_8$ | 75 |
| 90 | 9 | 108 | 215 | 20 | 25 | 3 | 170 | 4 | 15,5 | $^5/_8$ | 75 |
| 100 | 9 | 118 | 230 | 20 | 28 | 3 | 180 | 4 | 19 | $^3/_4$ | 85 |
| 125 | 9,5 | 144 | 260 | 21 | 28 | 3 | 210 | 4 | 19 | $^3/_4$ | 85 |
| 150 | 10 | 170 | 290 | 22 | 28 | 3 | 240 | 6 | 19 | $^3/_4$ | 85 |
| 175 | 10,5 | 196 | 320 | 22 | 30 | 3 | 270 | 6 | 19 | $^3/_4$ | 85 |
| 200 | 11 | 222 | 350 | 23 | 30 | 3 | 300 | 6 | 19 | $^3/_4$ | 85 |
| 225 | 11,5 | 248 | 370 | 23 | 30 | 3 | 320 | 6 | 19 | $^3/_4$ | 85 |
| 250 | 12 | 274 | 400 | 24 | 30 | 3 | 350 | 8 | 19 | $^3/_4$ | 100 |
| 275 | 12,5 | 300 | 425 | 25 | 30 | 3 | 375 | 8 | 19 | $^3/_4$ | 100 |
| 300 | 13 | 326 | 450 | 25 | 30 | 3 | 400 | 8 | 19 | $^3/_4$ | 100 |
| 325 | 13,5 | 352 | 490 | 26 | 35 | 4 | 435 | 10 | 22,5 | $^7/_8$ | 105 |
| 350 | 14 | 378 | 520 | 26 | 35 | 4 | 465 | 10 | 22,5 | $^7/_8$ | 105 |
| 375 | 14 | 403 | 550 | 27 | 35 | 4 | 495 | 10 | 22,5 | $^7/_8$ | 105 |
| 400 | 14,5 | 429 | 575 | 27 | 35 | 4 | 520 | 10 | 22,5 | $^7/_8$ | 105 |
| 425 | 14,5 | 454 | 600 | 28 | 35 | 4 | 545 | 12 | 22,5 | $^7/_8$ | 105 |
| 450 | 15 | 480 | 630 | 28 | 35 | 4 | 570 | 12 | 22,5 | $^7/_8$ | 105 |
| 475 | 15,5 | 506 | 655 | 29 | 40 | 4 | 600 | 12 | 22,5 | $^7/_8$ | 105 |
| 500 | 16 | 532 | 680 | 30 | 40 | 4 | 625 | 12 | 22,5 | $^7/_8$ | 105 |
| 550 | 16,5 | 583 | 740 | 33 | 40 | 5 | 675 | 14 | 26 | 1 | 120 |
| 600 | 17 | 634 | 790 | 33 | 40 | 5 | 725 | 16 | 26 | 1 | 120 |
| 650 | 18 | 686 | 840 | 33 | 40 | 5 | 775 | 18 | 26 | 1 | 120 |
| 700 | 19 | 738 | 900 | 33 | 40 | 5 | 830 | 18 | 26 | 1 | 120 |
| 750 | 20 | 790 | 950 | 33 | 40 | 5 | 880 | 20 | 26 | 1 | 120 |

n Mülheim a./d. Ruhr.

# Flanschenröhren vom Jahre 1882,

lem deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern.

160.

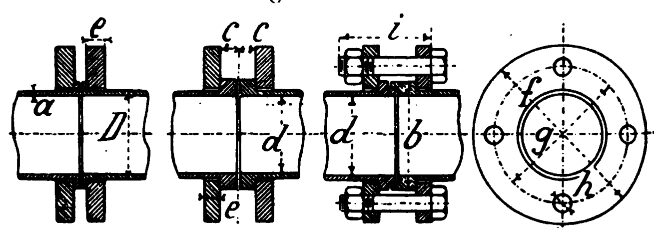
| Durchm. des Schraubenlochs $g^1$ | Übliche Baulänge | Gewicht eines glatten Rohrstücks von 1 m Länge | Gewicht eines Flansches nebst Anschluſs | Gewicht eines Rohres von vorstehender Baulänge | Gewicht pro lauf. m bei vorstehender Baulänge | Verstärkte Wanddicke $\delta$ | Gewicht eines Rohres von vorsteh. Baulänge, abgerundet |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | m | kg | kg | kg | kg | mm | kg |
| 15 | 2 | 8,75 | 1,89 | 21,28 | 10,64 | | |
| 17 | 2 | 10,57 | 2,41 | 25.96 | 12,98 | | |
| 17 | 3 | 13,26 | 2,96 | 45.70 | 15,23 | | |
| 17 | 3 | 15,20 | 3,21 | 52,02 | 17,34 | | |
| 17 | 3 | 18,24 | 3,84 | 62,40 | 20,80 | | |
| 17 | 3 | 20,29 | 4,37 | 69,61 | 23,20 | | |
| 21 | 3 | 22,34 | 4,96 | 76 94 | 25,65 | | |
| 21 | 3 | 29,10 | 6,26 | 99.82 | 33,27 | 10,5 | 108 |
| 21 | 3 | 36,44 | 7,69 | 124,70 | 41,57 | 11 | 135 |
| 21 | 3 | 44,36 | 8,96 | 151,00 | 50.33 | 11,5 | 163 |
| 21 | 3 | 52,86 | 10,71 | 180,00 | 60.00 | 12 | 194 |
| 21 | 3 | 61,95 | 11,02 | 207,89 | 69,30 | 13 | 231 |
| 21 | 4 | 71,61 | 12,98 | 312,40 | 78,10 | 14 | 358 |
| 21 | 4 | 81,85 | 14,41 | 356,22 | 89,06 | 14 | 394 |
| 21 | 4 | 92,68 | 15,32 | 401,36 | 100 34 | 15 | 456 |
| 25 | 4 | 104,08 | 19,48 | 455,28 | 113,82 | 16 | 529 |
| 25 | 4 | 116,07 | 21,29 | 506,86 | 126,72 | 16 | 570 |
| 25 | 4 | 124,04 | 24,29 | 544,74 | 136,19 | 17 | 646 |
| 25 | 4 | 136,89 | 25,44 | 598,44 | 149,61 | 18 | 725 |
| 25 | 4 | 145,15 | 27,64 | 635,88 | 158,97 | 18 | 770 |
| 25 | 4 | 158,87 | 29,89 | 695,26 | 173,82 | 19 | 858 |
| 25 | 4 | 173,17 | 32,41 | 757,50 | 189,38 | 20 | 950 |
| 25 | 4 | 188,04 | 34 69 | 821,54 | 205,39 | 21 | 1047 |
| 28,5 | 4 | 212,90 | 44,28 | 940,16 | 235,04 | 22 | 1213 |
| 28,5 | 4 | 238,90 | 47,41 | 1050,42 | 262,61 | 23 | 1375 |
| 28,5 | 4 | 273,86 | 50,13 | 1195,70 | 298,93 | 24 | 1548 |
| 28,5 | 4 | 311,15 | 56,50 | 1357,60 | 339,40 | 25 | 1737 |
| 28,5 | 4 | 350 76 | 59,81 | 1522,66 | 380,67 | 26 | 1929 |



Fig. 1020.

Für Dampfdruckleitungen, welche Ausdehnungen und Zusammenziehungen durch Warm- und Kaltwerden ausgesetzt sind, ist es zu empfehlen, namentlich die Röhren von 125 mm l. W. an nach den beigedruckten verstärkten Wanddicken zu nehmen.

Fig. 1021—1024.




## Flanschenverbindungen, Fig. 1021—1024,

### für schmiedeeiserne Rohre.

**Tabelle 161.** mm.

| d | D | a | b | c | e | f | g | h | | i |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **33,5** | 38 | 2,25 | 50 | 12 | 8 | 96 | 68 | 3 | 12 | 55 |
| **36,5** | 41,5 | 2,5 | 54 | 12 | 8 | 99 | 71 | 3 | 12 | 55 |
| **39,5** | 44.5 | 2,5 | 57 | 12 | 8 | 103 | 75 | 3 | 12 | 55 |
| **43,5** | 47,5 | 2,5 | 60 | 12 | 8 | 106 | 78 | 3 | 12 | 55 |
| **45,5** | 51 | 2,75 | 65 | 13 | 10 | 116 | 84 | 3 | 14 | 63 |
| **48,5** | 54 | 2,75 | 68 | 13 | 10 | 121 | 89 | 3 | 14 | 63 |
| **51,5** | 57 | 2,75 | 72 | 13 | 10 | 124 | 92 | 3 | 14 | 63 |
| **54** | 60 | 3 | 75 | 13 | 10 | 129 | 97 | 3 | 14 | 63 |
| **57,5** | 63,5 | 3 | 80 | 15 | 12 | 133 | 101 | 3 | 14 | 71 |
| **64** | 70 | 3 | 86 | 15 | 12 | 140 | 108 | 4 | 14 | 71 |
| **70** | 76 | 3 | 94 | 15 | 12 | 146 | 114 | 4 | 14 | 71 |
| **74** | 83 | 3,5 | 100 | 15 | 12 | 163 | 126 | 4 | 17 | 74 |
| **82** | 89 | 3,5 | 108 | 16 | 14 | 169 | 132 | 4 | 17 | 80 |
| **88** | 95 | 3,5 | 115 | 16 | 14 | 175 | 138 | 4 | 17 | 80 |
| **94,5** | 102 | 3,75 | 122 | 16 | 14 | 185 | 148 | 4 | 17 | 80 |
| **100,5** | 108 | 3,75 | 128 | 16 | 14 | 191 | 154 | 4 | 17 | 80 |
| **106,5** | 114 | 3,75 | 135 | 16 | 14 | 197 | 160 | 4 | 17 | 80 |
| **112,5** | 121 | 4,25 | 142 | 16 | 14 | 204 | 167 | 4 | 17 | 80 |
| **118,5** | 127 | 4,25 | 150 | 18 | 16 | 226 | 179 | 4 | 21 | 94 |
| **124,5** | 133 | 4,25 | 156 | 18 | 16 | 231 | 184 | 4 | 21 | 94 |
| **131** | 140 | 4,5 | 164 | 18 | 16 | 239 | 192 | 4 | 21 | 94 |
| **137** | 146 | 4,5 | 170 | 18 | 16 | 245 | 198 | 6 | 21 | 94 |
| **143** | 152 | 4,5 | 176 | 18 | 16 | 254 | 207 | 6 | 21 | 94 |
| **150** | 159 | 4,5 | 185 | 20 | 16 | 261 | 214 | 6 | 21 | 98 |
| **156** | 165 | 4,5 | 192 | 20 | 16 | 269 | 222 | 6 | 21 | 98 |
| **162** | 171 | 4,5 | 200 | 20 | 16 | 275 | 228 | 6 | 21 | 98 |
| **169** | 178 | 4,5 | 206 | 23 | 18 | 286 | 240 | 6 | 21 | 108 |
| **180** | 191 | 5,5 | 220 | 23 | 18 | 300 | 253 | 6 | 21 | 108 |
| **191** | 203 | 6 | 235 | 23 | 20 | 313 | 366 | 6 | 21 | 112 |

# Wandstärken
## der Dampfleitungsrohre aus Kupfer.

### Tabelle 162.

| Lichter Rohr-Drchm. | Dampfüberdruck in At. | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *d* | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **40** | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | **2,0** | 2,0 | 2,0 | 2,5 |
| **50** | „ | „ | 1,5 | „ | „ | 2,0 | „ | „ | 2,5 | „ |
| **60** | „ | 1,5 | „ | „ | 2,0 | „ | „ | 2,5 | „ | „ |
| **70** | 1,5 | „ | „ | 2,0 | „ | „ | **2,5** | „ | „ | 3,0 |
| **80** | „ | „ | 2,0 | „ | „ | 2,5 | „ | „ | 3,0 | „ |
| **90** | „ | 2,0 | „ | „ | 2,5 | „ | „ | 3,0 | „ | „ |
| **100** | 2,0 | „ | „ | 2,5 | „ | „ | **3,0** | „ | „ | 3,5 |
| **125** | „ | „ | 2,5 | „ | „ | 3,0 | „ | „ | 3,5 | „ |
| **150** | „ | 2,5 | „ | „ | 3,0 | „ | „ | 3,5 | „ | „ |
| **175** | 2,5 | „ | „ | 3,0 | „ | „ | **3,5** | „ | „ | 4,0 |
| **200** | „ | „ | 3,0 | „ | „ | 3,5 | „ | „ | 4,0 | „ |
| **225** | „ | 3,0 | „ | „ | 3,5 | „ | „ | 4,0 | „ | 5,0 |
| **250** | 3,0 | „ | „ | 3,5 | „ | „ | **4,0** | „ | 5,0 | „ |
| **275** | „ | „ | 3,5 | „ | „ | 4,0 | „ | 5,0 | „ | „ |
| **300** | „ | 3,5 | „ | „ | 4,0 | „ | **5,0** | „ | „ | 6,0 |

Die **fettgedruckten** Wandstärken sind für Dampfüberdruck von 4—7 At. üblich.

# Kosten-Voranschlag für Frischdampfleitung
## für 7 At. Druck pro lfd. m incl. Flansch (ohne Krümmung).

### Tabelle 163.

| Rohrdrchm *d* | **40** | **60** | **80** | **100** | **125** | **150** | **200** | **250** | **300** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gusseisen . . | 3 | 4 | 5 | 7 | 11 | 15 | 25 | 35 | 45 |
| Schmiedeeisen | 4 | 6 | 8 | 12 | 17 | 23 | 35 | 50 | 60 |
| Kupfer . . . | 7 | 12 | 17 | 23 | 35 | 45 | 70 | 95 | 120 |

**Federrohre** und **Krümmer** s. Tab. 159.

**Beispiel:** Eine Rohrleitung aus Kupfer hat 60 mm Drchm., ist 80 m lang und hat 8 Krümmer.

Nach Tab. 163 kostet die gerade Leitung 80 · 12 = 960 Mk.,
„ „ 159 kosten die 8 Krümmer 8 · 6 = 48 „
Summa 1008 Mk.

Die Umkleidung dazu würde nach Tab. 157 pro lfd. m 2,30 Mk. kosten.

## b. Die Abdampfleitung.

Die **Dampfgeschwindigkeit** in der Abdampfleitung betrage im Maximum:

für Auspuffmaschinen
25 m pro Sec.,

für Condensationsmaschinen
20 m pro Sec.

Der in Fig. 1025 dargestellte **Wasserabscheider** von Aug. C. Funcke in Hagen für **Auspuff-Rohre** hat den Zweck, das Ausschleudern des condensierten Wassers, Oeles etc. zu verhindern.

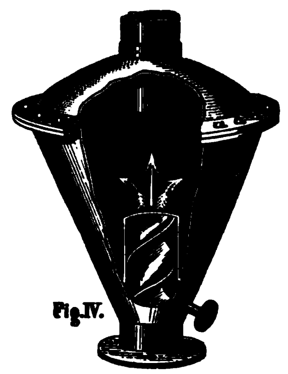


Fig. 1025.

# Die Rohrleitung für die Kesselspeisung.

Zur **Kesselspeisung** sind polizeilich vorgeschrieben:
Zwei von einander unabhängige Speisevorrichtungen.

Diese können bestehen aus:

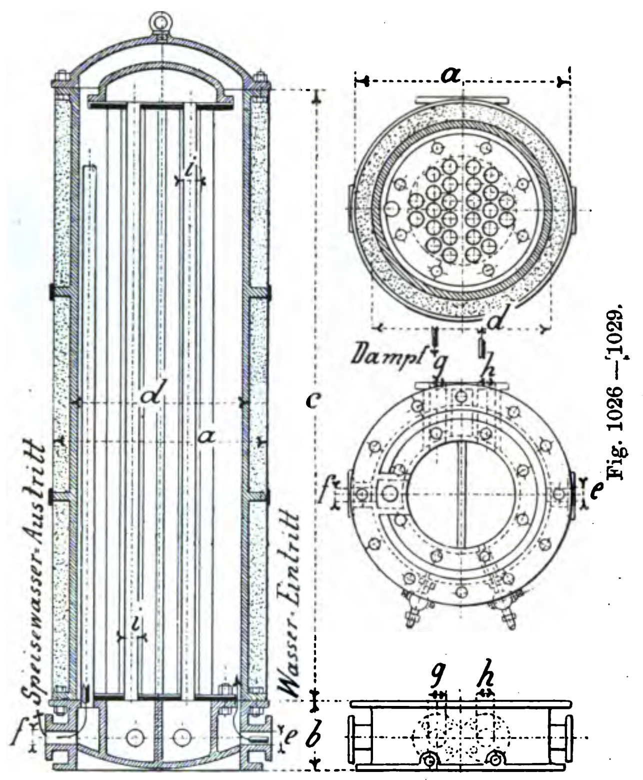
1) einer Maschinenspeisepumpe und einer Handpumpe,
2) „ „ „ einem Injector,
3) „ „ „ einer Dampfpumpe,
4) „ Dampfpumpe und einer Handpumpe,
5) „ „ „ einem Injector,
6) zwei Injectoren,
7) einem Injector und einer Handpumpe.

## Durchmesser der Speiseleitungen.

### Tabelle 164.

| Pferdekräfte . . . . . . $N_e$ | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Drchm. f. Maschinen- u. Dampfp. | 26 | 35 | 45 | 50 | 60 | 65 | 70 | 80 |
| Drchm. f. Injector u. Handpumpe | 15 | 18 | 20 | 25 | 33 | 40 | 45 | 50 |

Die **Saughöhe** der **Injectoren** kann bei kaltem Wasser und nicht zu langen Leitungen bis zu 6 m gesteigert werden. Die Temperatur des Speisewassers kann bis zu 60° C. betragen, und erhöht der Injector dieselbe um ca. 50° C.




**Vorwärmer,** Fig. 1026 — 1029,

**der Eisenhütte Prinz Rudolf Dülmen.**

**Tabelle 165.**

| No. | Pferdekräfte | Heizfl. qm | a | b | c | d | Speisewass.- Eintr. e | Speisewass.- Austr. f | Dampf- Eintr. g | Dampf- Austr. h | Heizrohre Zahl | Heizrohre i |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **10** | 0,7 | 450 | 300 | 1050 | 350 | 30 | 30 | 60 | 60 | 4 | 50 |
| 2 | **15** | 1,0 | 450 | 300 | 1550 | 350 | 40 | 40 | 70 | 70 | 4 | 50 |
| 3 | **25** | 1,5 | 500 | 350 | 1500 | 400 | 50 | 50 | 80 | 80 | 6 | 50 |
| 4 | **40** | 2,5 | 660 | 350 | 1700 | 550 | 50 | 50 | 90 | 90 | 10 | 50 |
| 5 | **60** | 3,5 | 710 | 350 | 1700 | 600 | 50 | 50 | 100 | 100 | 14 | 50 |
| 6 | **80** | 6,0 | 710 | 350 | 2200 | 600 | 60 | 60 | 125 | 125 | 18 | 50 |
| 7 | **100** | 8,5 | 870 | 400 | 1900 | 750 | 60 | 60 | 150 | 150 | 30 | 50 |
| 8 | **125** | 10,0 | 870 | 400 | 2200 | 750 | 70 | 70 | 150 | 150 | 30 | 50 |
| 9 | **150** | 16,5 | 1130 | 450 | 1800 | 1000 | 80 | 80 | 175 | 175 | 60 | 50 |

# Vorrichtungen zum Reinigen des Speisewassers,

Fig. 1030 — 1034.

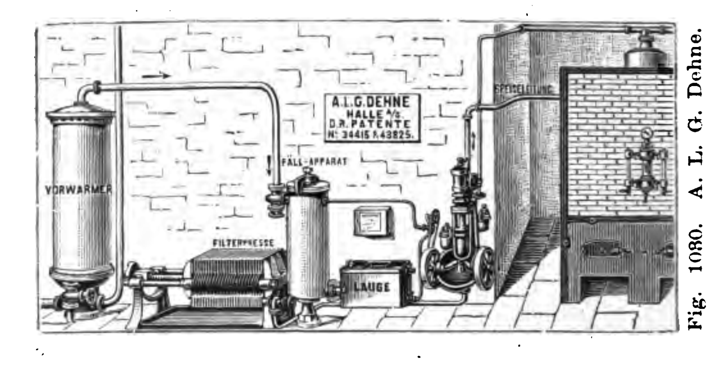



Fig. 1030. A. L. G. Dehne.

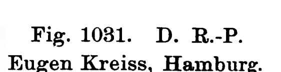
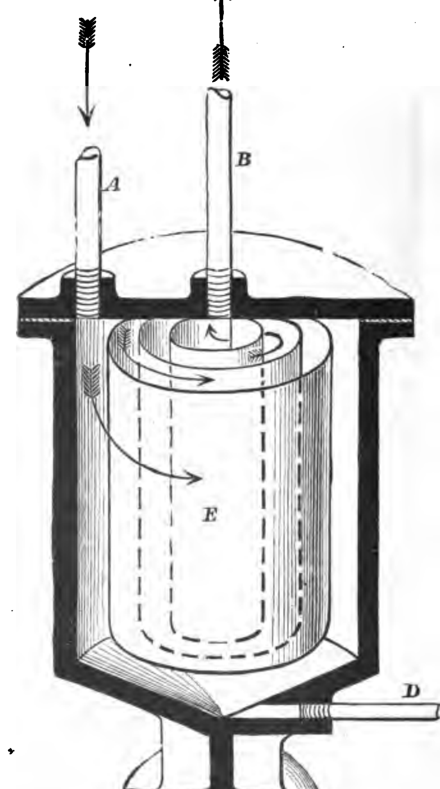


Fig. 1031. D. R.-P.
Eugen Kreiss, Hamburg.




Im Innern des Kessels ist eine Schaumauffange-Platte quer über das Wasserniveau gelegt. Diese Schaumauffange-Platte ist mit dem in Fig. 1031 dargestellten Ausscheider durch das Rohr *A* verbunden, während durch das Rohr *B* das gereinigte Wasser in den Kessel gelangt. Die sich am Boden des Ausscheiders absetzenden Unreinigkeiten sind von Zeit zu Zeit durch den Ausblase-Hahn *D* abzublasen.

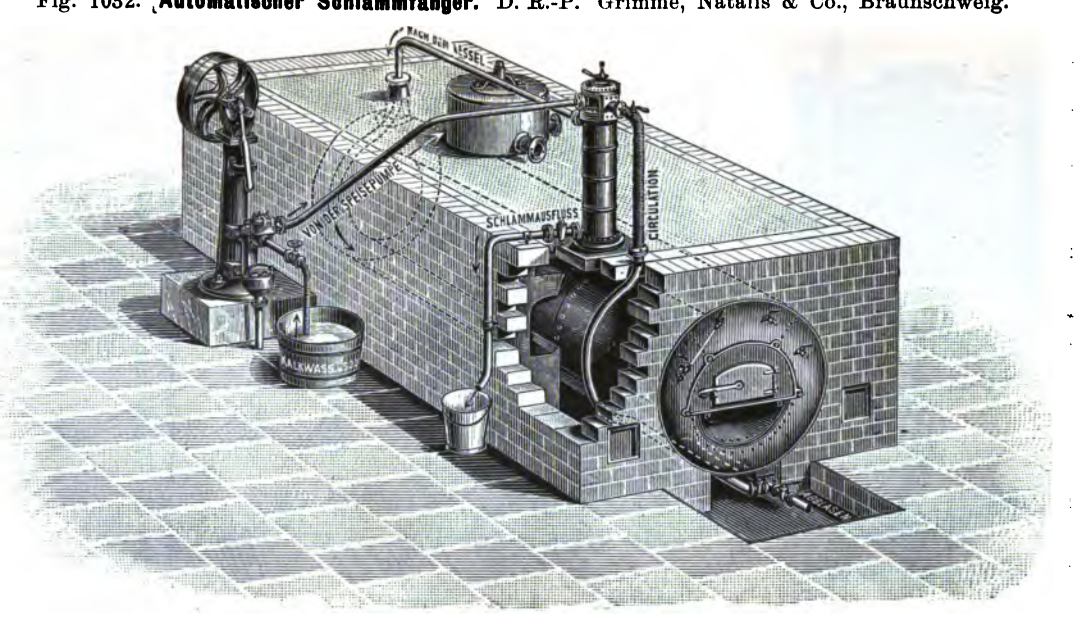



Fig. 1032. **Automatischer Schlammfänger.** D. R.-P. Grimme, Natalis & Co., Braunschweig.

Fig. 1033—1034. D. R.-P.
Maschinen- und Armaturenfabrik, Frankenthal.

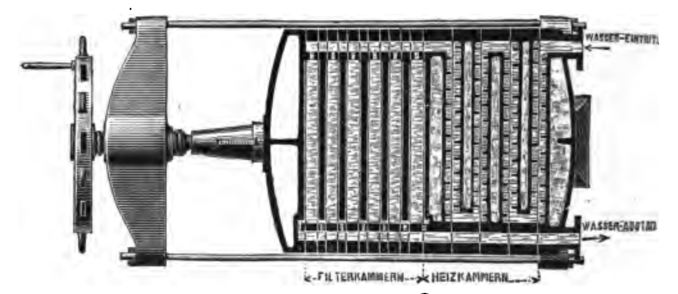



Fig. 1033.

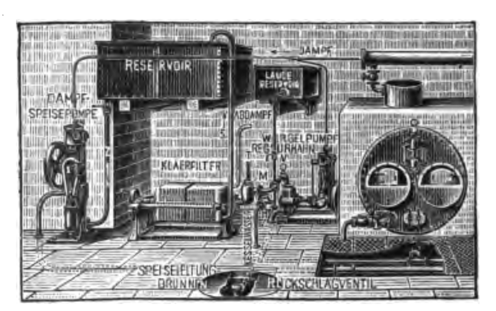



Fig. 1034.

## Kesselsteinlösemittel.

Jedes **ungereinigte** Wasser enthält mehr oder weniger grosse Mengen von **Mineralbestandteilen** — besonders schwefelsauren und kohlensauren Kalk und Magnesia — die sich beim Umdampfen des Wassers in Form von sogenanntem **Kesselstein** an den Wandungen des Kessels als **harte Kruste** ausscheiden. Die **Entfernung des Kesselsteins** muss von Zeit zu Zeit erfolgen. In den meisten Fällen geschieht dieses jetzt noch durch Ausklopfen mit scharfen Hämmern. Für solche Fälle, wo eine Einrichtung zum Reinigen des Speisewassers nicht besteht, oder schlecht anzubringen ist, bringt die Firma Zirnité & Hasse in Witten a. d. Ruhr, Dr. Zirnité's kesselsteinlösendes Mittel in den Handel. Bei Anwendung desselben bildet sich kein fester Stein, sondern ein feiner Schlamm, der leicht aus dem Kessel entfernt werden kann.

In ähnlicher Weise wirkt das Antilebetolith-Verfahren von Martin van Look, Barmen.




Fig. 1035.

# Abschnitt XIII.

## Lieferungsbedingungen, Garantien und Kosten der Dampfanlagen.

Aus der **Offerte** auf Lieferung einer **Dampfmaschine** müssen folgende Daten ersichtlich sein:

**Bauart** und **System** der Maschine,
ob mit oder ohne **Condensation,**
**Cylinderdurchmesser, Kolbenhub, Tourenzahl,**
Nominelle **Leistung** der Maschine bei . . . At. Überdruck,
Art der Steuerung,
Durchmesser und Breite des **Schwungrades,**
Ungefähres Gesamtgewicht der Maschine,
**Preis** der Maschine compl. incl. Absperrventil, Fundamentankern, Schmiergefässen etc. franco Waggon . . . .,
Preis der Maschinenspeisepumpe.
**Zahlungsbedingungen:**
$^1/_3$ bei Bestellung,
$^1/_3$ bei Ablieferung,
den Rest 3 Monate später,
Reisekosten und Tagegelder für den **Monteur,**
**Lieferzeit.**

Event. noch: Dampfverbrauch pro indizierte oder effective Pferdekraft für die Normalleistung der Maschine.

Ungleichförmigkeit resp. das Maximum der eintretenden Tourenveränderung für den Leergang und die Belastung der Maschine in Proz. (für electr. Beleuchtung 1,5 bis höchstens 2%).

Kürzung der Kaufsumme um 2—5% für jede Woche verspätete Lieferung.*)

**Garantie:** Alle durch fehlerhafte Construction oder mangelhafte Ausführung sich zeigenden Mängel, welche innerhalb eines Jahres vorkommen sollten, werden kostenfrei ab Fabrik nachgeliefert. (Für die durch Auswechslung fehlerhafter oder zerbrochener Stücke etwa herbeigeführte Betriebsstörung oder sonstigen Schaden ist der Fabrikant nicht haftbar.)

---

*) Das Recht auf Entschädigung erlischt, wenn die ersten eintreffenden Teile vom Besteller angenommen werden, ohne dass letzterer Einspruch erhebt.

Aus der Offerte auf Lieferung eines **Dampfkessels** müssen folgende Daten ersichtlich sein:

**System** des Kessels,
Art der **Feuerung**,
Wasserbespülte **Heizfläche** in qm,
Grösse der **Rostfläche**,
Hauptdimensionen des Kessels,
Concessionierter **Betriebsdruck**,
**Preis**, compl., mit grober und feiner Armatur,
Verzeichnis der groben und feinen Armatur,
Ungefähres Gesamtgewicht des Kessels,

**Zahlungsbedingungen.**

1/3 bei Bestellung,
1/3 bei Ablieferung,
den Rest 3 Monate später.

**Lieferzeit.**

Event. noch: Wieviel der Kessel pro qm Heizfläche und Stunde bei normaler Wartung und Verwendung einer gewissen Sorte Kohlen (z. B. gewöhnlicher Förderkohle) . . . kg Dampf von einer gewissen Spannung zu erzeugen imstande ist.

Verdampfungsfähigkeit des Kessels.

Kürzung der Kaufsumme um 2—5 % für jede Woche verspätete Lieferung.

Dass sämtliche mit der Stichflamme in Berührung kommende Bleche aus Ia. Feuerblech-Qualität hergestellt, die übrigen Bleche den Würzburger Bedingungen entsprechen müssen.

Vor dem Beschneiden sämtlicher Bleche ist einem Sachverständigen (z. B. Kesselrevisor) behufs Abnahme rechtzeitig Mitteilung zu machen.

Eine **Speisevorrichtung**, bestehend aus:

1 Injecteur mit Dampf- und Druckleitung (ohne Saugeleitung) incl. Montage wird gewöhnlich vom Fabrikanten mit offeriert.

Die Einmauerung des Dampfkessels excl. Material wird auch häufig vom Fabrikanten des Kessels übernommen und von dazu geschulten Leuten ausgeführt.

**Garantie.**

1 Jahr, während welcher Zeit diejenigen Fehler, die durch fehlerhafte Construction oder mangelhafte Ausführung entstehen, vom Lieferanten zu beseitigen sind.

## Kosten-Überschlag in Mk. von Kessel- und Maschinen-Anlagen

**für 10—150 Pferdekraft (Auspuffmaschinen 6 At. Überdruck, ohne Condensation).**

**Tabelle 166.**

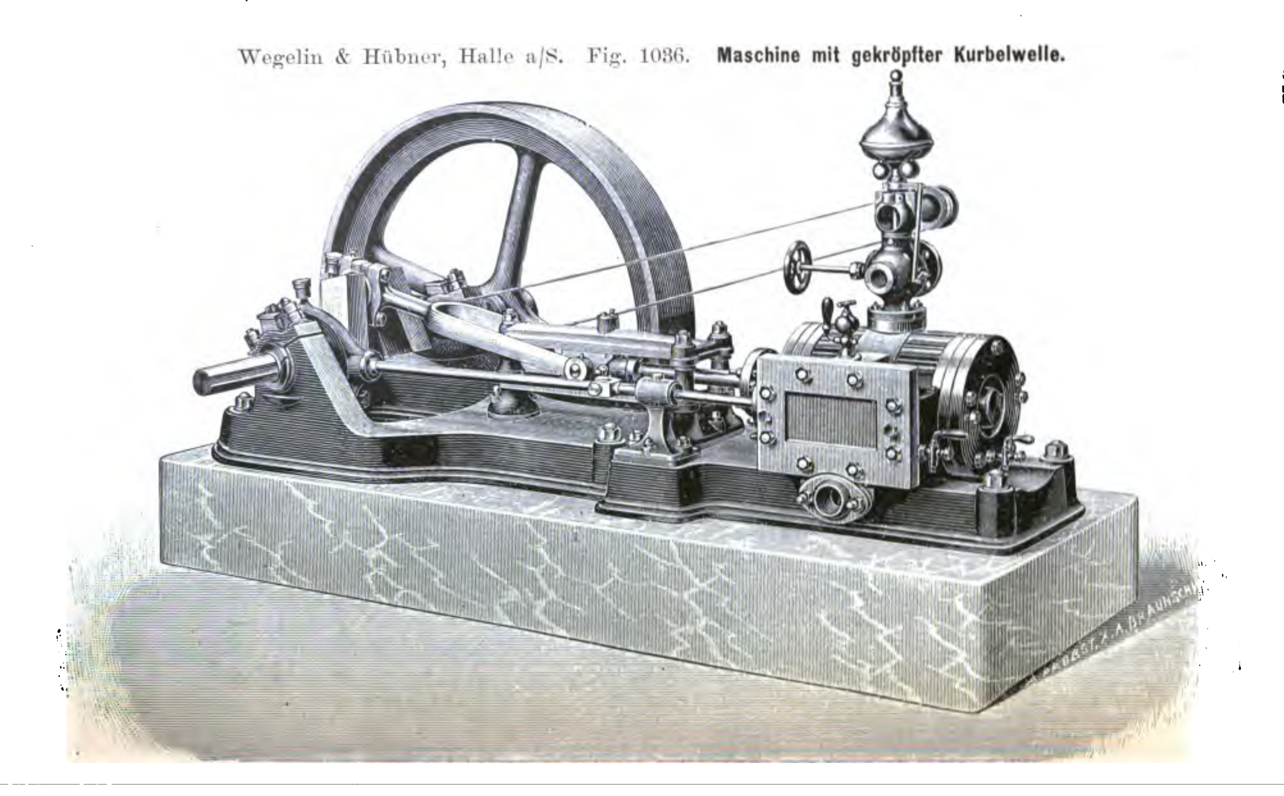
| Pferdestärken effect. . . | 10 | 15 | 25 | 40 | 60 | 80 | 100 | 150 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dampfmaschine . . . . | 2000 | 3100 | 4000 | 5500 | 7500 | 10000 | 13000 | 16000 |
| Fundament der Maschine | 70 | 120 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 900 |
| Montage der Maschine . | 50 | 75 | 100 | 130 | 160 | 200 | 250 | 400 |
| Dampfkessel . . . . . | 2000 | 3000 | 4500 | 6000 | 7500 | 10000 | 13000 | 16000 |
| Fundament des Kessels . | 50 | 80 | 120 | 160 | 200 | 250 | 300 | 450 |
| Einmauerung des Kessels | 250 | 400 | 600 | 800 | 1000 | 1200 | 1500 | 2000 |
| Dampfleitung . . . . | 150 | 300 | 500 | 700 | 1000 | 1300 | 1550 | 1900 |
| Wasserabscheidung . . | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 250 | 320 |
| Umhüllung der Leitung . | 15 | 30 | 45 | 60 | 80 | 100 | 130 | 180 |
| Speiseleitung . . . . | 40 | 80 | 120 | 160 | 200 | 250 | 300 | 400 |
| Pumpe, Injectoren . . | 300 | 400 | 500 | 650 | 800 | 900 | 1000 | 1200 |
| Vorwärmer . . . . . | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 750 | 950 | 1200 |
| Kessel- u. Maschinenhaus | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 |
| Schornstein . . . . . | 800 | 1000 | 1350 | 1800 | 2500 | 3500 | 5000 | 7000 |
| Div. kleinere Arbeiten . | 115 | 125 | 145 | 190 | 180 | 240 | 270 | 350 |
| **Summa in Mark** . . . . | 8100 | 12100 | 16700 | 22100 | 28300 | 36400 | 46100 | 57300 |
| Kohlenverbr. i. 10 Stund. Ctr. | 5,5 | 8 | 12 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |

Condensation erhöht den Gesamtanlagepreis um 10 Prozent und vermindert den Kohlenverbrauch um 20 Prozent
Comp.-Syst. m. Condens. erhöht d. „ „ 15 „ „ „ „ „ „ 30 „

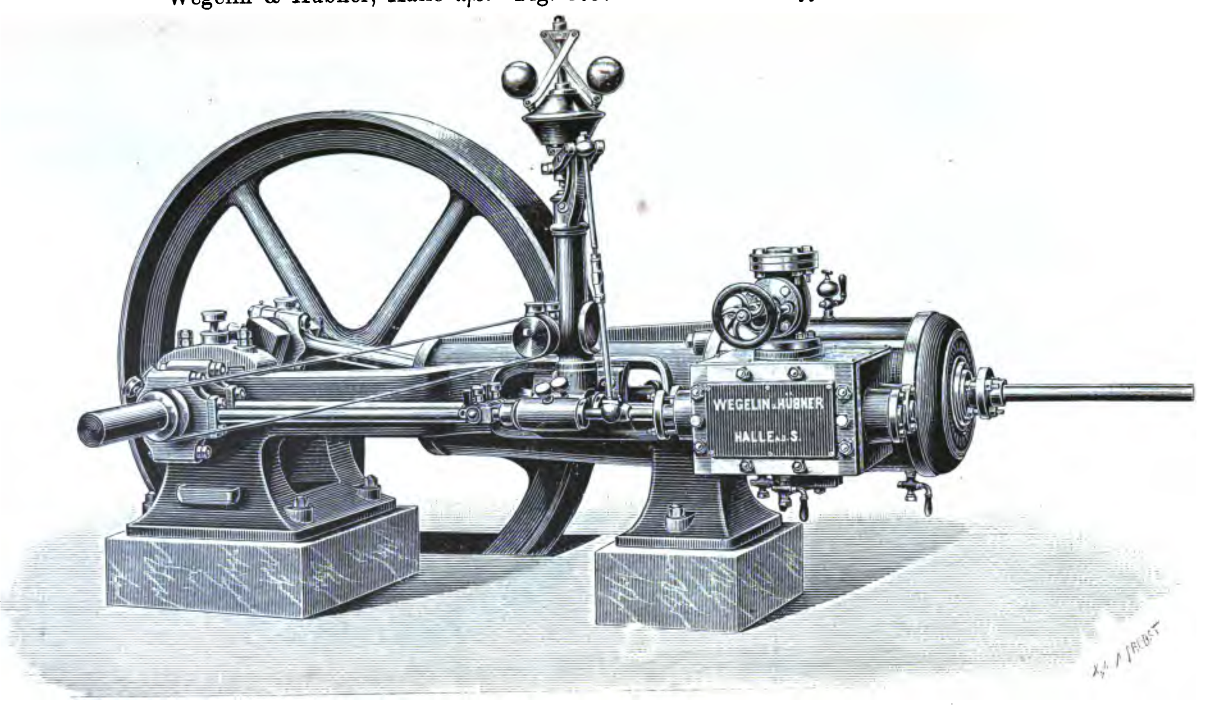
# Abschnitt XIV.

## Verschiedene Motoren.

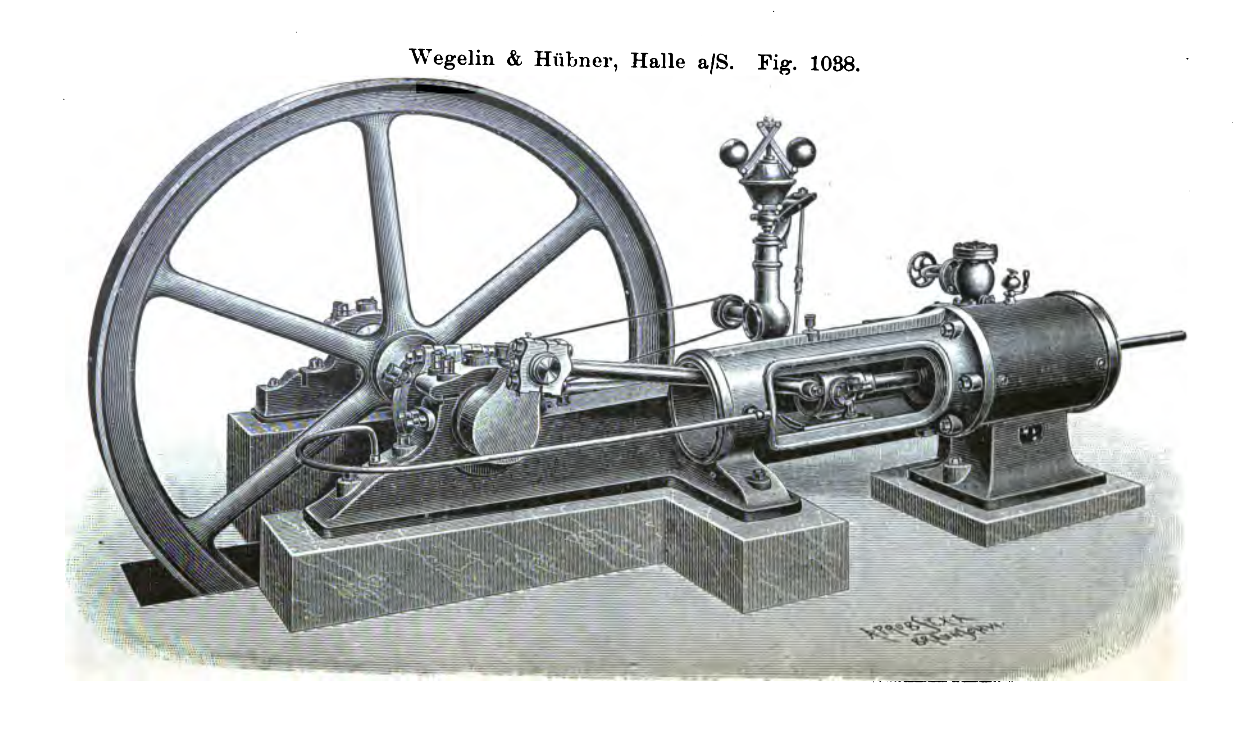
Wegelin & Hübner, Halle a/S. Fig. 1036. **Maschine mit gekröpfter Kurbelwelle.**



Wegelin & Hübner, Halle a/S. Fig. 1037. **Maschine mit Doppelbajonett-Gestell.**



Wegelin & Hübner, Halle a/S. Fig. 1038.



**Preisliste** zu Fig. 1038 von Wegelin & Hübner, Halle a/S.

**Tabelle 167.**

| Pferdekräfte | Dampfcylinder Durchmesser (Millimeter) | Dampfcylinder Hub (Millimeter) | Touren pro Minute | Schwungrad Durchmesser (Millimeter) | Schwungrad Breite (Millimeter) | Ungefähres Gewicht kg | Preis der Maschine mit Regulator u. Anker u. Platten: mit fixer Expansion Mk. | mit Meyer'scher Expansion Mk | mit Rider-Expansion Mk. | Preis der Kesselspeisepumpe extra Mk |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5—6 | 180 | 300 | 130 | 1250 | 180 | 1500 | 1400 | 1600 | 1750 | 150 |
| 6—7 | 200 | 300 | 130 | 1250 | 200 | 1600 | 1500 | 1700 | 1850 | 150 |
| 7—9 | 200 | 350 | 120 | 1400 | 200 | 2000 | 1800 | 2000 | 2100 | 150 |
| 10—12 | 250 | 350 | 120 | 1400 | 220 | 2200 | 2000 | 2200 | 2300 | 200 |
| 12—14 | 250 | 400 | 110 | 1600 | 200 | 3200 | 2550 | 2750 | 2900 | 200 |
| 14—16 | 280 | 400 | 110 | 1600 | 220 | 3600 | 2750 | 2950 | 3100 | 200 |
| 16—18 | 280 | 450 | 100 | 1800 | 220 | 4400 | 3400 | 3600 | 3750 | 200 |
| 18—20 | 300 | 450 | 100 | 1800 | 250 | 4800 | 3650 | 3850 | 4000 | 225 |
| 20—24 | 300 | 500 | 90 | 2000 | 230 | 5200 | 4100 | 4350 | 4500 | 225 |
| 24—26 | 330 | 500 | 90 | 2000 | 280 | 5500 | 4400 | 4650 | 4850 | 225 |
| 28—32 | 330 | 550 | 85 | 2200 | 250 | 5900 | 4850 | 5100 | 5300 | 225 |
| 32—35 | 350 | 550 | 85 | 2200 | 300 | 6200 | 5100 | 5350 | 5550 | 250 |
| 35—38 | 350 | 600 | 80 | 2500 | 280 | 6500 | 5450 | 5700 | 5900 | 250 |
| 38—42 | 400 | 600 | 80 | 2500 | 300 | 6800 | 5700 | 6000 | 6250 | 300 |
| 42—45 | 400 | 700 | 75 | 3000 | 300 | 8300 | 6400 | 6750 | 7000 | 300 |
| 45—50 | 450 | 700 | 75 | 3000 | 350 | 9000 | 6900 | 7300 | 7600 | 350 |

E. Leutert, Halle a/S.



Fig. 1039.



Fig. 1040.

Sundwiger Eisenhütte, Sundwig.

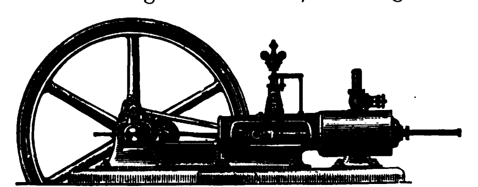
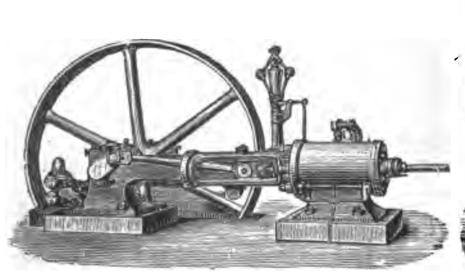


Fig. 1041.

Arndt & Marichal, Aachen.



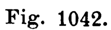


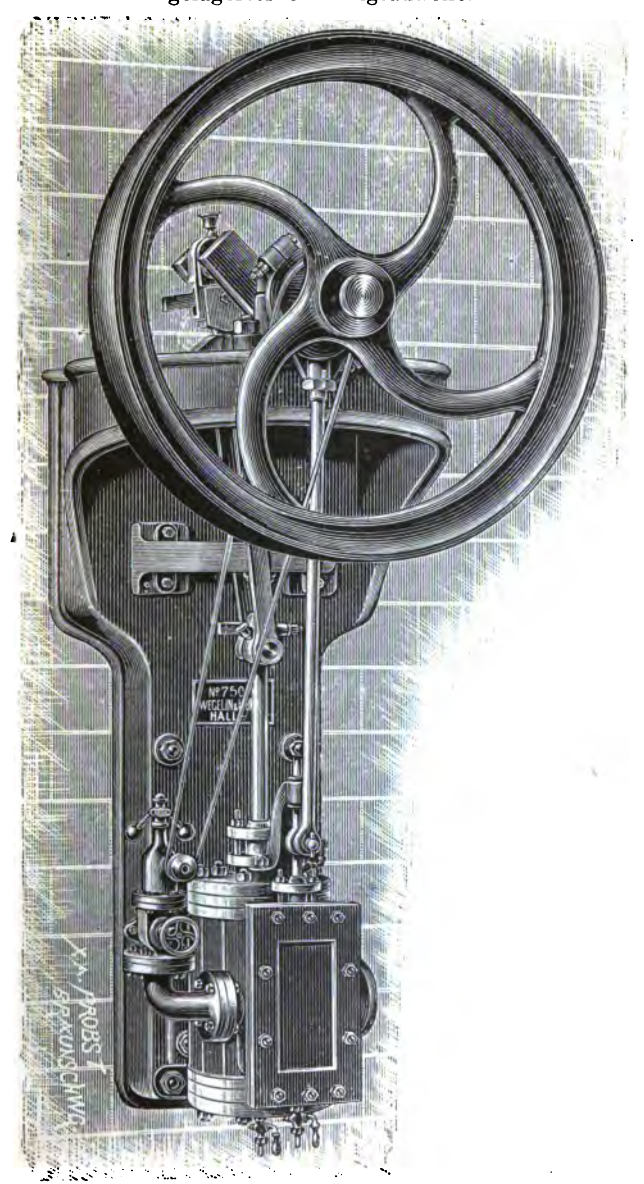
Fig. 1042.



Fig. 1043.

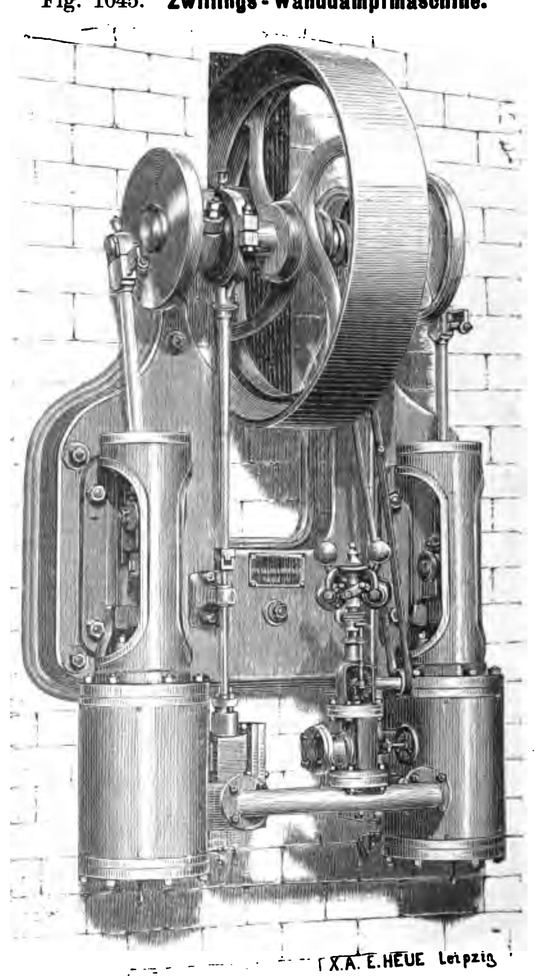
Wegelin & Hübner, Halle a/S.

Fig. 1044. **Wanddampfmaschine** mit rechtwinkelig zur Wand gelagerter Schwungradwelle.



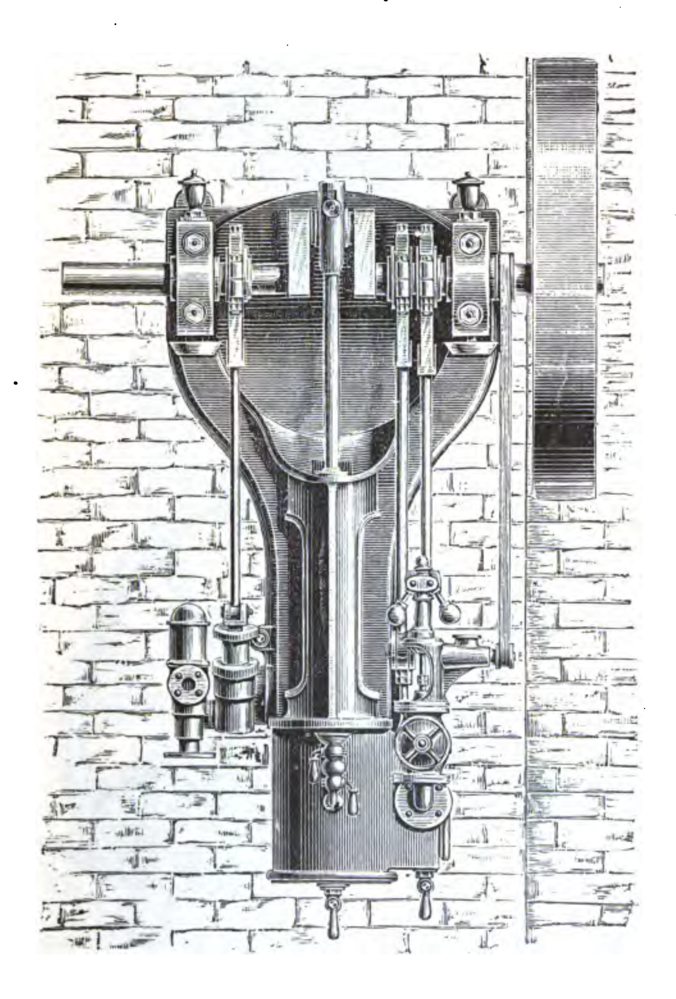
Wegelin & Hübner, Halle a/S.

Fig. 1045. **Zwillings-Wanddampfmaschine.**



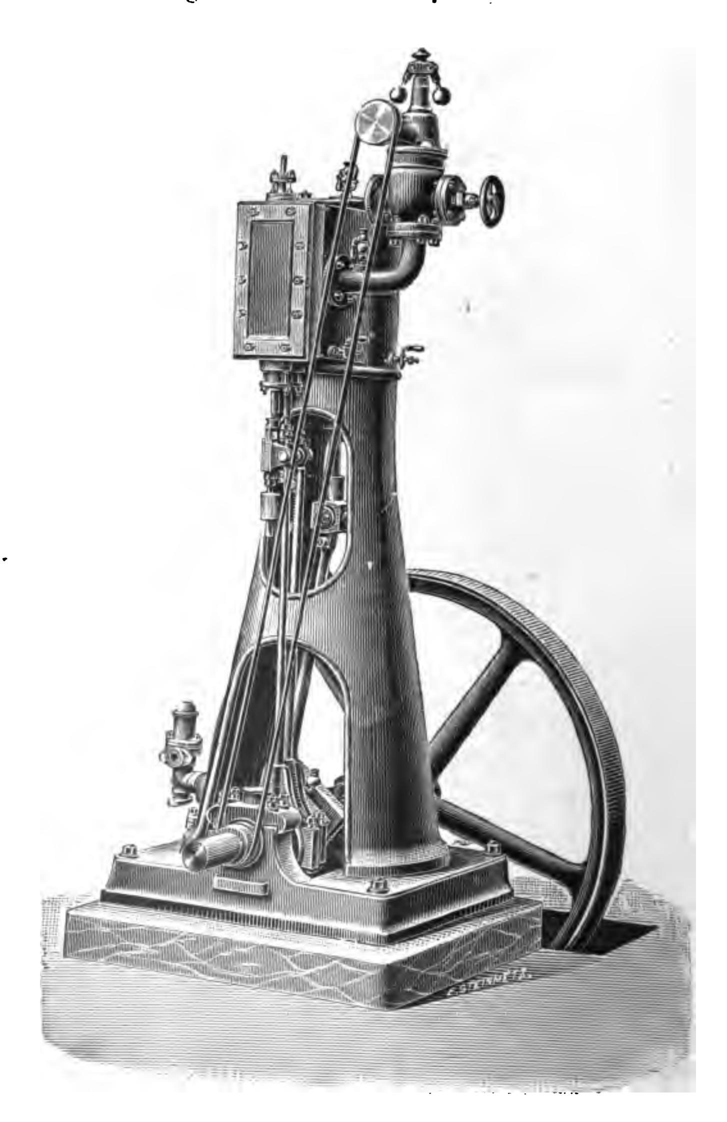
E. Leutert, Halle a/S.

Fig. 1046. **Wanddampfmaschine.**



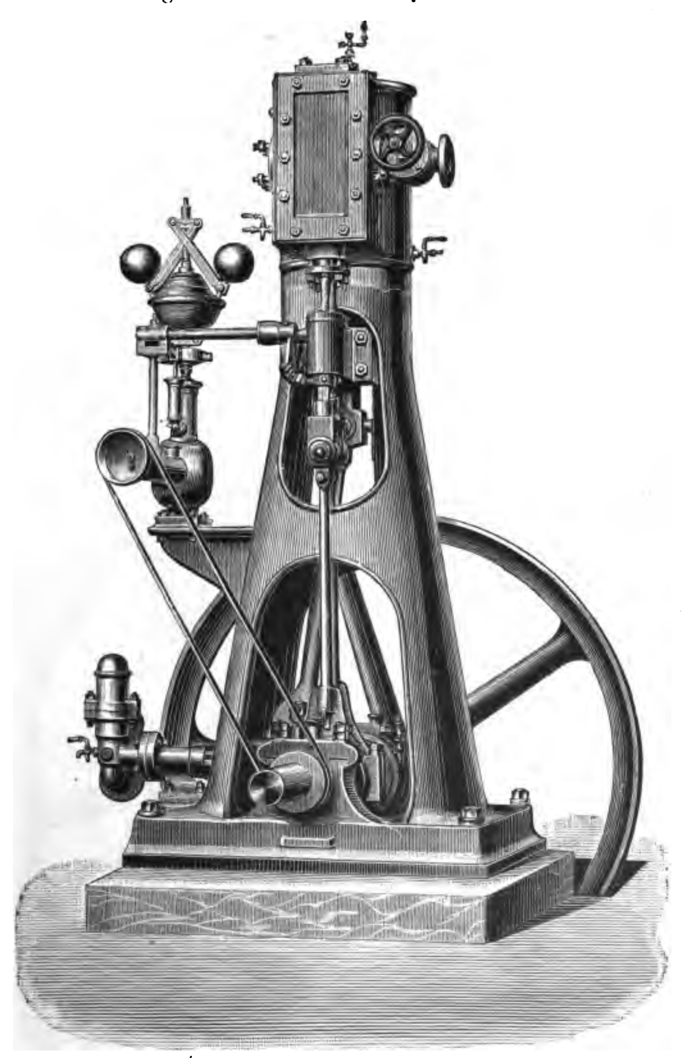
E. Leutert, Halle a/S.

Fig. 1047. **Stehende Dampfmaschine.**



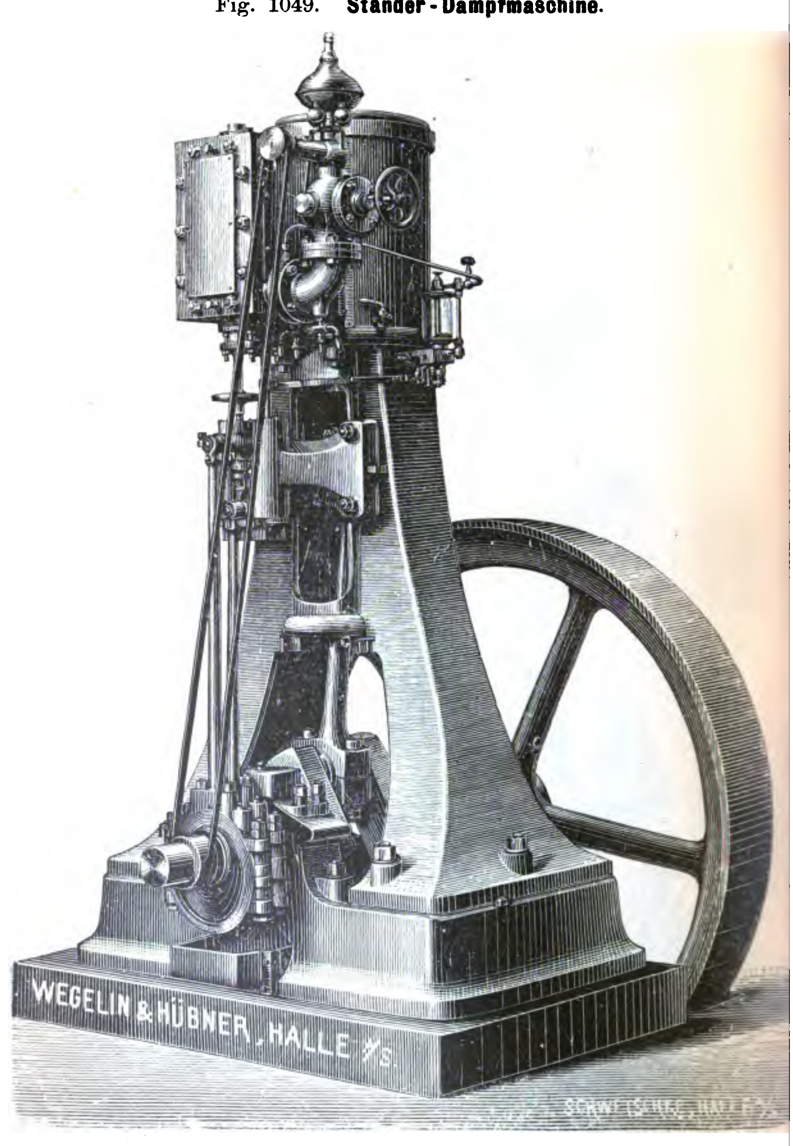
E. Leutert, Halle a/S.

Fig. 1048. **Stehende Dampfmaschine.**



Wegelin & Hübner, Halle a/S.

Fig. 1049. **Ständer-Dampfmaschine.**



# Preisliste

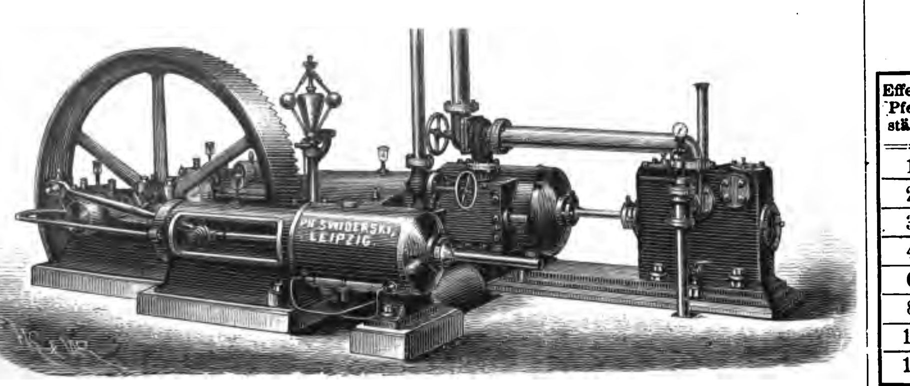
zu Fig. 1049, von Wegelin & Hübner, Halle a/S.

## Tabelle 168.

| Pferdekräfte | Dampfcylinder | | Touren | Schwungrad | | Ungefähres Gewicht | Preis der Maschine mit Regulator u. Anker u. Platten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Durchmesser | Hub | pro Minute | Durchmesser | Breite | | mit fixer Expansion | mit Meyer'scher Expansion | mit Rider-Expansion |
| | Millimeter | | | Millimeter | | in Kilo | in Mark | in Mark | in Mark |
| 5—6 | 180 | 300 | 130 | 1250 | 180 | 1400 | 1400 | 1600 | 1750 |
| 6—7 | 200 | 300 | 130 | 1250 | 200 | 1600 | 1500 | 1700 | 1850 |
| 8—9 | 230 | 300 | 130 | 1400 | 200 | 1800 | 1650 | 1850 | 2000 |
| 10—12 | 250 | 350 | 120 | 1400 | 220 | 2100 | 2000 | 2200 | 2350 |
| 13—15 | 280 | 350 | 120 | 1600 | 200 | 2400 | 2200 | 2400 | 2550 |
| 16—18 | 300 | 350 | 120 | 1600 | 220 | 2800 | 2400 | 2600 | 2750 |
| 18—20 | 300 | 400 | 110 | 1600 | 240 | 3400 | 2900 | 3100 | 3300 |
| 22—25 | 330 | 400 | 110 | 1600 | 280 | 3800 | 3100 | 3300 | 3500 |
| 25—30 | 350 | 400 | 110 | 1600 | 300 | 4200 | 3300 | 3550 | 3800 |

Ph. Swiderski, Leipzig-Plagwitz.

Fig. 1050, **Receiver-Compound-Maschine** mit Condensation.




Ph. Swiderski, Leipzig.

## Compoundmaschinen ohne Condensation zum Betriebe von Electro-Dynamomaschinen.

### Tabelle 169.

| Effective Pferdestärken | Kolbenhub | Umdrehungen pr. Min. | Preis Mark |
|---|---|---|---|
| 15 | 250 | 200 | 3600 |
| 20 | 250 | 200 | 4400 |
| 30 | 300 | 190 | 5700 |
| 45 | 300 | 190 | 7000 |
| 60 | 300 | 190 | 8100 |
| 80 | 350 | 180 | 9200 |
| 100 | 350 | 180 | 10200 |
| 120 | 350 | 180 | 11300 |

Die angegebenen Kräfte werden bei dem günstigsten Füllungsgrade geleistet, welcher je nach der Dampfspannung 0,15 bis 0,20 vom Niederdruckcylinder beträgt. Die Maximalkräfte sind um 30% (bei 6 Atm. Überdruck im Schieberkasten) bis 50% (bei 8,5 Atm.) höher.

## Preisliste von Ph. Swiderski, Leipzig-Plagwitz.

## Receiver-Compoundmaschinen (System Woolf mit um 90° versetzten Kurbeln), Fig. 1050.

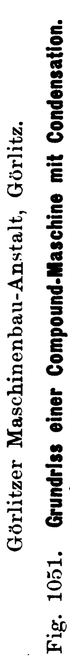
### Tabelle 170.

| Effect. Pferdest. | 10 | 15 | 20 | 27 | 35 | 45 | 58 | 75 | 95 | 125 | 160 | 200 | 250 | 300 | 375 | 450 | 525 | 600 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cyl.-Bohrungen | 150/220 | 180/265 | 205/300 | 230/345 | 260/390 | 290/430 | 320/480 | 350/540 | 390/600 | 430/660 | 480/730 | 510/790 | 550/860 | 600/940 | 650/1020 | 690/1100 | 740/1170 | 780/1230 |
| Hub . . . . . | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 1000 | 1050 | 1150 | 1200 | 1250 | 1300 |
| Umdreh. pr. Min. | 130 | 116 | 106 | 98 | 90 | 86 | 83 | 80 | 78 | 77 | 75 | 73 | 68 | 66 | 64 | 63 | 62 | 61 |
| Preis m.Cond. M. | 4200 | 5250 | 6200 | 7350 | 8400 | 10000 | 12200 | 14900 | 18200 | 22000 | 26200 | 31500 | 37800 | 44100 | 52500 | 59900 | 67200 | 73500 |
| „ ohne „ M. | 3500 | 4450 | 5350 | 6450 | 7150 | 8500 | 10400 | 12700 | 15450 | 18900 | 22600 | 27200 | 32800 | 38300 | 45800 | 52300 | 58800 | 64500 |

Die angegebenen Kräfte der Condensationsmaschinen werden bei einer Dampfeintrittsspannung von 6 At. Überdruck und 0,1 Gesamtfüllung geleistet.

Beide Cylinder und der Receiver haben Dampfmäntel.

Bei Wegfall der Condensation werden die Cylinder ohne Dampfmäntel ausgeführt.

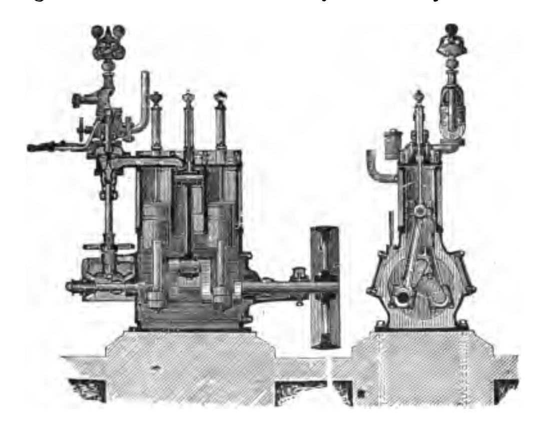


Görlitzer Maschinenbau-Anstalt, Görlitz.

Fig. 1051. **Grundriss einer Compound-Maschine mit Condensation.**

Feodor Siegel, Schönebeck a/d. E.

Fig. 1052—1053. **Patent Dreicylinder-Dampfmaschine.**



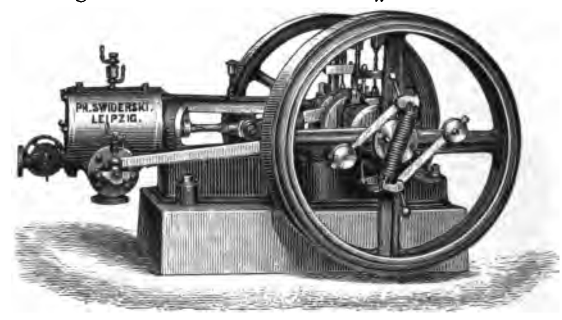
**Dimensionen** zu Fig. 1052—1053 von Feod. Siegel, Schönebeck.

## Tabelle 171.

| Cylinder-Durchmesser mm | Hub mm | Touren pr. Min. | Kolbengeschwindigkeit in m pro Secunde | Admissionsdruck (Überdruck) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 5 At. | 6 At. | 7 At. | 8 At. | 10 At. |
| | | | | Füllungsgrade | | | | |
| | | | | 0,3 | 0,25 | 0,2 | 0,15 | 0,125 |
| | | | | Effective Pferdestärken | | | | |
| **65** | **100** | 500 | 1,66 | 1,8 | 1,9 | 1.9 | 2,1 | 2,3 |
| **75** | **115** | 450 | 1,72 | 2,5 | 2,7 | 2,7 | 2,9 | 3,2 |
| **85** | **130** | 400 | 1,73 | 3,2 | 3,5 | 3,5 | 3,6 | 3,9 |
| **100** | **150** | 350 | 1,75 | 4,5 | 4,9 | 4,9 | 5,1 | 5,5 |
| **120** | **180** | 300 | 1,80 | 7,8 | 8,5 | 8,5 | 7,4 | 8,2 |
| **150** | **220** | 280 | 2,05 | 14,0 | 15,1 | 15,1 | 13,1 | 14,4 |
| **160** | **240** | 265 | 2,12 | 16,5 | 17,7 | 17,7 | 15,4 | 16,9 |
| **180** | **260** | 250 | 2,16 | 21,3 | 22,9 | 22,9 | 20,0 | 22,0 |
| **200** | **280** | 235 | 2,19 | 27,6 | 29,8 | 29,8 | 25,2 | 27,6 |
| **225** | **300** | 220 | 2,20 | 36,3 | 39,2 | 39,2 | 32,0 | 35,0 |
| **250** | **320** | 205 | 2,18 | 41,0 | 44,4 | 44,5 | 39,6 | 43,5 |
| **275** | **340** | 195 | 2,21 | 51,8 | 55,2 | 57,3 | 48,3 | 53,0 |
| **305** | **360** | 185 | 2,24 | 62,8 | 68,0 | 68,0 | 59,7 | 65,5 |
| **340** | **390** | 175 | 2,27 | 85,0 | 102,2 | 92,3 | 76,0 | 83,0 |
| **375** | **420** | 165 | 2,31 | 105,0 | 114,0 | 114,0 | 94,0 | 103,0 |

Ph. Swiderski, Leipzig-Plagwitz.

Fig. 1054. **Schnellläufer Patent „Dörfel-Proell“.**




Sundwiger Eisenhütte, Gebr. von der Becke & Co., Sundwig.

Fig. 1055. **Schnellläufer Patent „Dörfel-Proell“.**

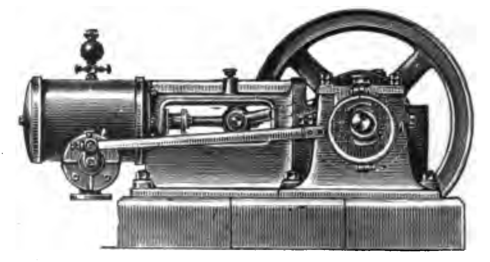
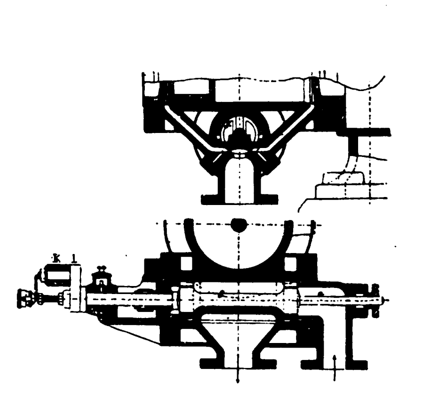
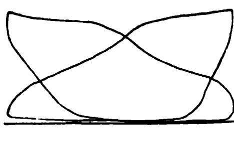
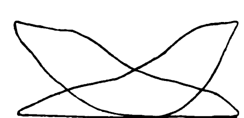


Fig. 1056—1060. **Proell'sche Hahnsteuerung.**







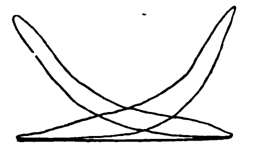
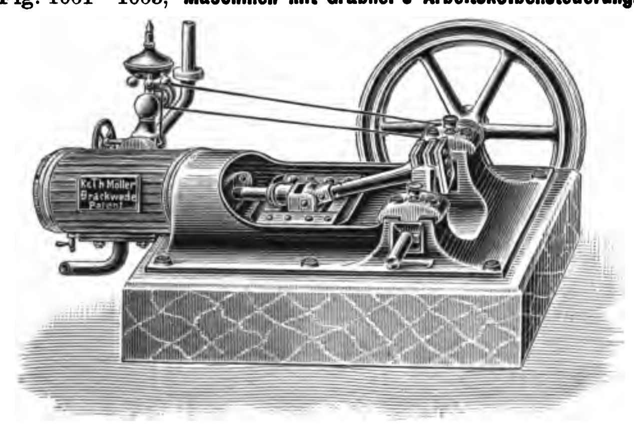


Fig. 1056—1057.

Fig. 1058—1060.

K. & Th. Möller, Brackwede i/Westf.

Fig. 1061—1063, **Maschinen mit Gräbner's Arbeitskolbensteuerung.**

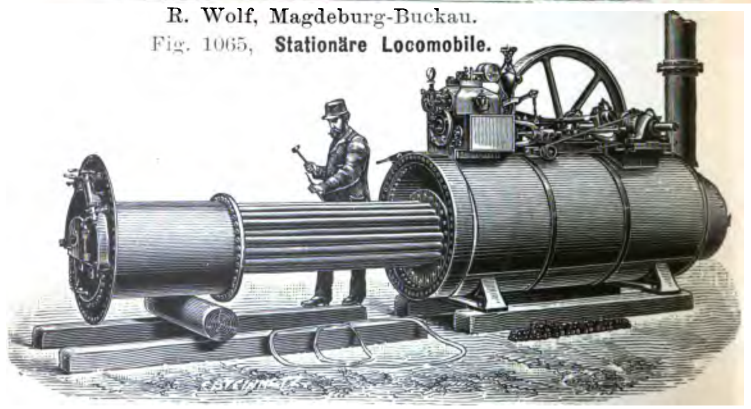


R. Wolf, Magdeburg-Buckau.

Fig. 1064, **Fahrbare Compound-Locomobile.**

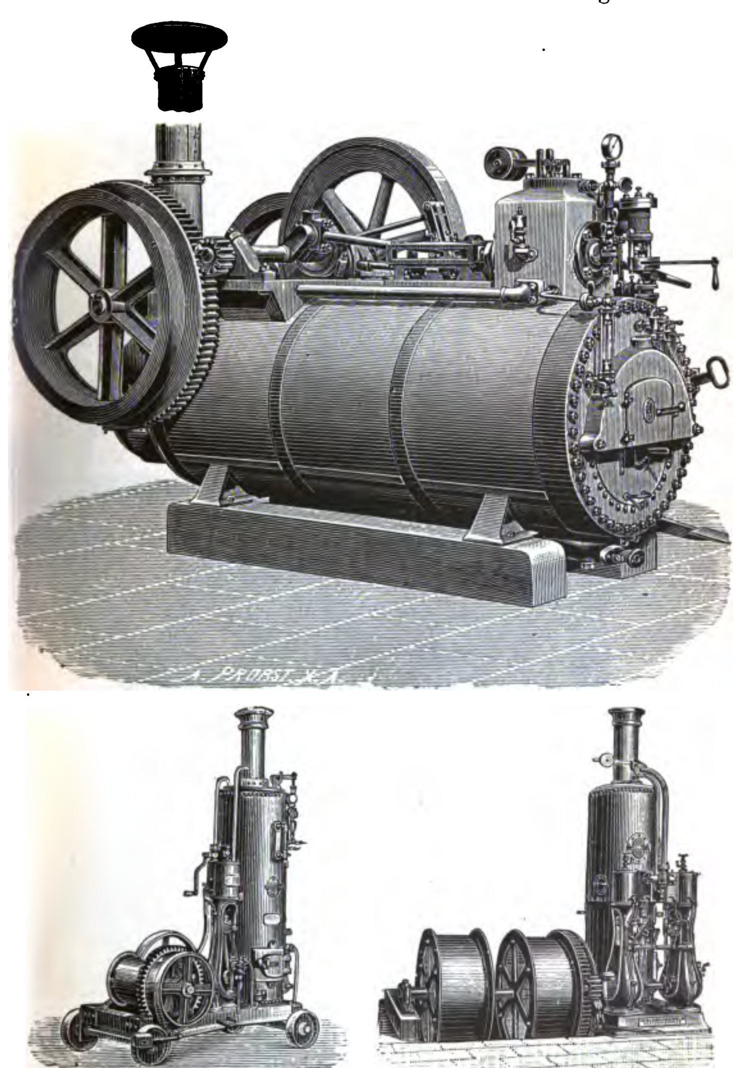
R. Wolf, Magdeburg-Buckau.

Fig. 1065, **Stationäre Locomobile.**



R. Wolf, Magdeburg-Buckau.

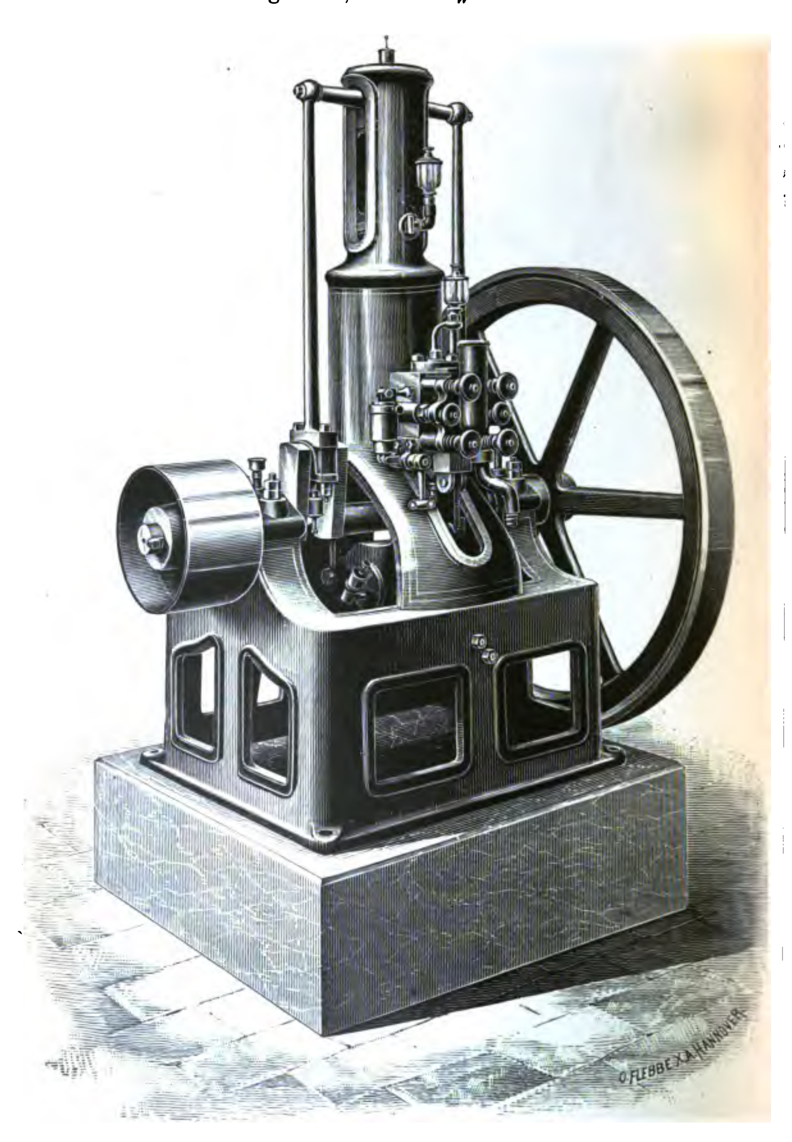
Fig. 1066, **Stationäre Locomobile** mit Stephenson'scher Umsteuerung und direct am Kessel montiertem Förderzeug.



Menk & Hambrock, Ottensen b. Hamburg.

Fig. 1067—1068, **Transportable Fördermaschinen und Dampfwinden.**

Oscar & Robert Wilberg, Magdeburg-Sudenburg.
Fig. 1069, **Gasmotor „Victoria“.**



Gasmotorenfabrik Deutz in Deutz.

Fig. 1070 — 1071. **Otto's neuer Motor, liegend oder stehend.**

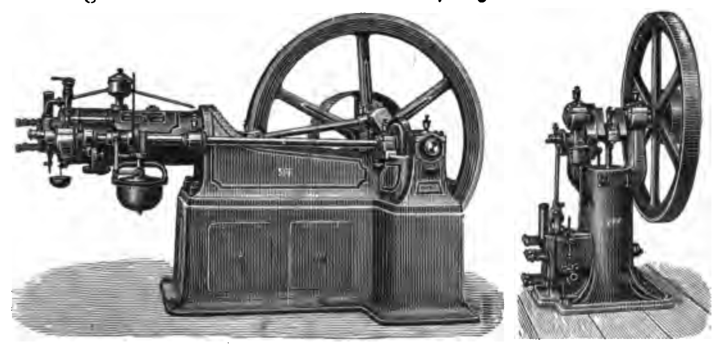





Fig. 1072. **Heissluft-Motor System „Benier“.**

## Tabelle 172

zu Fig. 1072 v. H. F. Eckert, A.-G., Berlin O.

| Hauptdimensionen und Gewichte. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Marke . . . . . . . . . . | *BC* | *BD* | *BE* | *BF* | *BG* | *BH* |
| Effective Pferdekraft . . HP | 4 | 6 | 9 | 12 | 15 | 20 |
| Cokesverbrauch p. Pferdekraft und Stunde . . kg | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| Umdrehungszahl pro Minute | 120 | 110 | 105 | 100 | 95 | 90 |
| Länge incl. Schwungrad . mm | 2600 | 2900 | 3200 | 3300 | 3400 | 3600 |
| Breite . . . . . . . . mm | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 |
| Höhe . . . . . . . . mm | 2100 | 2300 | 2500 | 2700 | 2800 | 3000 |
| Ungefähres Gewicht . . kg | 2400 | 3000 | 3800 | 4500 | 5000 | 6000 |

# Inhaltsverzeichnis

## zu Abschnitt XV.

# Abschnitt XV.

## Verschiedene Normalien und Tabellen.

### Gasgewinde. Fig. 1073.

**Tabelle 173.**

| Für die lichte Rohrweite | | Äusserer Durchm. $D$ | Kern-Durchm. $d$ | Anzahl der Gänge auf 1" engl. | Ge-windetiefe |
|---|---|---|---|---|---|
| Zoll | mm | mm | mm | | mm |
| 1/4 | 6 | 13 | 11 | 19 | 1 |
| 3/8 | 10 | 16 | 14 | 19 | 1 |
| 1/2 | 13 | 21 | 18,5 | 14 | 1 1/4 |
| 5/8 | 16 | 23.5 | 21 | 14 | 1 1/4 |
| 3/4 | 20 | 26 | 23,5 | 14 | 1 1/4 |
| 7/8 | 22,3 | 29 | 26 | 11 | 1 1/2 |
| 1 | 25,4 | 33 | 30 | 11 | 1 1/2 |
| 1 1/4 | 32 | 42 | 37 | 11 | 1 1/2 |
| 1 1/2 | 38 | 47 | 44 | 11 | 1 1/2 |
| 1 3/4 | 44,5 | 54 | 51 | 11 | 1 1/2 |
| 2 | 50,8 | 60,3 | 57,3 | 11 | 1 1/2 |
| 2 1/4 | 57 | 66,6 | 63,6 | 11 | 1 1/2 |
| 2 1/2 | 63,5 | 76,2 | 73,2 | 11 | 1 1/2 |
| 2 3/4 | 70 | 80 | 77 | 11 | 1 1/2 |
| 3 | 79,2 | 89 | 86 | 11 | 1 1/2 |

Fig. 1073.

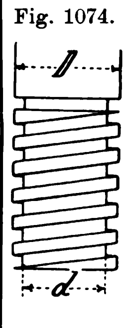



### Flaches Gewinde. Fig. 1074.

**Tabelle 174.**

| Äuss. Durchmesser $D$ | | Kern-Durchm. $d$ | Anzahl der Gänge auf 1" engl. | Gewinde-tiefe |
|---|---|---|---|---|
| Zoll | mm | mm | | mm |
| 5/8 | 16 | 12 | 5 1/2 | 2 |
| 3/4 | 20 | 15 | 5 | 2 1/2 |
| 7/8 | 23 | 17 | 4 1/2 | 3 |
| 1 | 26 | 20 | 4 | 3 |
| 1 1/8 | 29 | 22 | 3 1/2 | 3 1/2 |
| 1 1/4 | 33 | 26 | 3 1/2 | 3 1/2 |
| 1 3/8 | 36 | 28 | 3 | 4 |
| 1 1/2 | 39 | 31 | 3 | 4 |
| 1 5/8 | 43 | 33 | 2 1/2 | 5 |
| 1 3/4 | 46 | 36 | 2 1/2 | 5 |
| 1 7/8 | 50 | 38 | 2 1/4 | 6 |
| 2 | 52 | 40 | 2 1/4 | 6 |
| 2 1/4 | 59 | 46 | 2 | 6 1/2 |
| 2 1/2 | 65 | 52 | 2 | 6 1/2 |
| 2 3/4 | 72 | 58 | 1 3/4 | 7 |
| 3 | 78 | 64 | 1 3/4 | 7 |

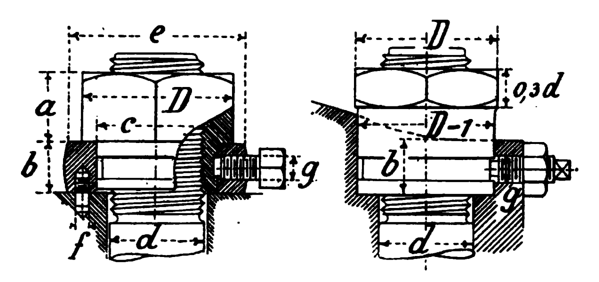
Fig. 1074.



## Whitworth'sches Schraubensystem. Tabelle 175.

| Durchmesser d. glatt. Bolzens i. mm abgerund. | Schrauben-Bolzen | | | | Zulässige Belastung in kg | Kopf und Mutter | | | Unterlegscheibe | | Gewicht | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gewinde-Durchmesser in den Spitzen | | Kern-Durchm. in mm | Zahl der Gänge auf 1″ engl. | | Kopfhöhe | Schlüsselweite | Kreis um das Muttersechseck | Durchmesser | Dicke | von 100 mm Bolzenlänge kg | des Kopfes kg | der Mutter u. Unterlegscheibe incl. darin befindl. Bolzen in kg |
| | Zoll engl. | mm | $d_1$ | *A* | *P* | *h* | *W* | — | *U* | *u* | *B* | *K* | *M* |
| 7 | 1/4 | 6,35 | 4,72 | 20 | *50* | 5 | 15 | 17,5 | 20 | 1,5 | 0,03 | 0,008 | 0,01 |
| 8 | 5/16 | 7,94 | 6,09 | 18 | *80* | 6 | 16 | 18,5 | 21 | 1,5 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| 10 | 3/8 | 9,52 | 7,36 | 16 | *120* | 7 | 19 | 22 | 25 | 2 | 0,06 | 0,02 | 0,02 |
| 12 | 7/16 | 11,11 | 8,64 | 14 | *160* | 8 | 22 | 25,5 | 29 | 2 | 0,09 | 0,03 | 0,04 |
| 13 | 1/2 | 12,70 | 9,91 | 12 | *210* | 9 | 24 | 28 | 32 | 2,5 | 0,10 | 0,04 | 0,06 |
| 16 | 5/8 | 15,87 | 12,92 | 11 | *370* | 11 | 27 | 31 | 35 | 3 | 0,15 | 0,06 | 0,10 |
| 20 | 3/4 | 19,05 | 15,74 | 10 | *540* | 14 | 33 | 38 | 43 | 4 | 0,24 | 0,11 | 0,18 |
| 23 | 7/8 | 22,22 | 18,54 | 9 | *750* | 16 | 38 | 44 | 50 | 4 | 0,32 | 0,18 | 0,28 |
| 26 | 1 | 25,40 | 21,33 | 8 | *1000* | 18 | 42 | 48,5 | 55 | 4 | 0,41 | 0,25 | 0,37 |
| 29 | 1 1/8 | 28.57 | 23,87 | 7 | *1200* | 20 | 45 | 52 | 58 | 4 | 0,51 | 0,32 | 0,47 |
| 32 | 1 1/4 | 31,75 | 26,92 | 7 | *1600* | 22 | 50 | 58 | 65 | 5 | 0,62 | 0,42 | 0,65 |
| 35 | 1 3/8 | 34,92 | 29,46 | 6 | *1900* | 24 | 54 | 62,5 | 70 | 5 | 0,75 | 0,55 | 0,87 |
| 39 | 1 1/2 | 38,10 | 32,68 | 6 | *2300* | 27 | 60 | 69,5 | 78 | 6 | 0,93 | 0,75 | 1,16 |
| 42 | 1 5/8 | 41,27 | 35,28 | 5 | *2700* | 29 | 64 | 74 | 84 | 6 | 1,08 | 0,95 | 1,41 |
| 45 | 1 3/4 | 44,45 | 37,84 | 5 | *3100* | 32 | 68 | 78,5 | 88 | 7 | 1,24 | 1,15 | 1,66 |
| 48 | 1 7/8 | 47,62 | 40,38 | 4,5 | *3600* | 34 | 72 | 83 | 93 | 7 | 1.40 | 1,37 | 2,04 |
| 51 | 2 | 50,82 | 43,43 | 4,5 | *4100* | 36 | 76 | 88 | 98 | 8 | 1,58 | 1,62 | 2,44 |
| 58 | 2 1/4 | 57,15 | 49,02 | 4 | *5300* | 40 | 85 | 97,5 | 110 | 9 | 2,05 | 2,30 | 3,55 |
| 64 | 2 1/2 | 63,50 | 55,37 | 4 | *6700* | 45 | 94 | 109 | 121 | 9 | 2,50 | 3,10 | 4,72 |
| 70 | 2 3/4 | 69,85 | 60,45 | 3,5 | *8000* | 49 | 103 | 119 | 134 | 10 | 3,00 | 4,08 | 6,12 |
| 77 | 3 | 76,20 | 66.80 | 3,5 | *9800* | 54 | 112 | 130 | 145 | 12 | 3,62 | 5.32 | 8,98 |

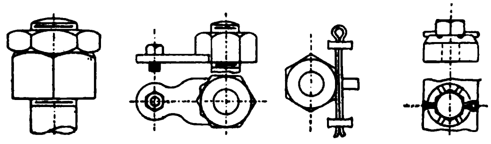
Fig. 1075—1076.




## Schraubensicherung, Fig. 1075—1076.

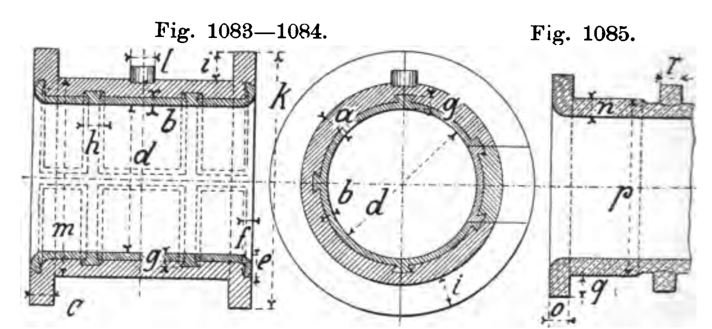
### Tabelle 176. mm.

| $d$ | Gewinde in Zoll | $D$ | $a$ | $b$ | $c$ | $e$ | $f$ | $g$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | $\frac{1}{2}$ | 22 | 10 | 11 | 20 | 30 | 3 | 6 |
| 16 | $\frac{5}{8}$ | 26 | 12 | 12 | 23 | 33 | 3 | 6 |
| 20 | $\frac{3}{4}$ | 30 | 14 | 13 | 26 | 40 | 4 | 10 |
| 23 | $\frac{7}{8}$ | 34 | 16 | 14 | 29 | 46 | 4 | 10 |
| 26 | 1 | 39 | 18 | 15 | 33 | 50 | 4 | 10 |
| 30 | $1\frac{1}{8}$ | 43 | 20 | 16 | 36 | 55 | 5 | 10 |
| 33 | $1\frac{1}{4}$ | 47 | 23 | 18 | 40 | 62 | 5 | 10 |
| 36 | $1\frac{3}{8}$ | 53 | 25 | 20 | 45 | 65 | 6 | 10 |
| 40 | $1\frac{1}{2}$ | 58 | 27 | 21 | 50 | 74 | 6 | 13 |
| 43 | $1\frac{5}{8}$ | 64 | 30 | 22 | 55 | 80 | 6 | 13 |
| 46 | $1\frac{3}{4}$ | 69 | 33 | 24 | 60 | 85 | 6 | 13 |
| 50 | $1\frac{7}{8}$ | 75 | 36 | 26 | 65 | 90 | 8 | 13 |
| 52 | 2 | 82 | 40 | 28 | 70 | 95 | 8 | 13 |
| 60 | $2\frac{1}{4}$ | 89 | 44 | 30 | 75 | 105 | 9 | 13 |
| 65 | $2\frac{1}{2}$ | 96 | 48 | 32 | 80 | 115 | 9 | 13 |
| 70 | $2\frac{3}{4}$ | 103 | 52 | 34 | 85 | 130 | 10 | 16 |
| 78 | 3 | 110 | 55 | 36 | 92 | 140 | 10 | 16 |



Schraubensicherungen. Fig. 1077—1082.

Fig. 1083—1084. Fig. 1085.




## Lagerschalen. Fig. 1083—1085. Tabelle 177. mm.

| | Gusseisen mit Weissgussfutter, Fig. 1083—1084. | | | | | | | | | | | Rotguss Fig. 1085. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *d* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* | *q* | *r* |
| 70 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 8 | 10 | 86 | 10 | 20 |
| 80 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 9 | 11 | 98 | 10 | 20 |
| 90 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 10 | 12 | 110 | 10 | 22 |
| 100 | 20 | 6 | 14 | 16 | 13 | 12 | 15 | 16 | 172 | 24 | 140 | 10 | 12 | 120 | 10 | 24 |
| 110 | 22 | 6 | 14 | 18 | 14 | 12 | 15 | 18 | 190 | 24 | 154 | 11 | 13 | 132 | 12 | 24 |
| 120 | 22 | 6 | 15 | 20 | 15 | 12 | 16 | 18 | 200 | 26 | 164 | 12 | 14 | 144 | 12 | 26 |
| 130 | 24 | 7 | 15 | 20 | 15 | 14 | 16 | 20 | 218 | 26 | 178 | 12 | 15 | 154 | 12 | 26 |
| 140 | 26 | 7 | 16 | 21 | 16 | 14 | 17 | 20 | 232 | 28 | 192 | 13 | 16 | 166 | 14 | 28 |
| 150 | 28 | 7 | 16 | 22 | 16 | 14 | 17 | 22 | 250 | 28 | 206 | 13 | 16 | 176 | 14 | 28 |
| 160 | 30 | 8 | 18 | 23 | 16 | 16 | 18 | 24 | 268 | 30 | 220 | 14 | 17 | 188 | 16 | 30 |
| 170 | 30 | 8 | 20 | 23 | 18 | 16 | 18 | 24 | 278 | 30 | 230 | 14 | 18 | 198 | 16 | 30 |
| 180 | 32 | 8 | 20 | 24 | 18 | 16 | 19 | 26 | 296 | 32 | 244 | 15 | 18 | 210 | 18 | 32 |
| 190 | 33 | 9 | 22 | 26 | 18 | 17 | 19 | 28 | 312 | 34 | 256 | 16 | 19 | 222 | 18 | 34 |
| 200 | 35 | 9 | 24 | 27 | 20 | 17 | 20 | 30 | 330 | 36 | 270 | 18 | 20 | 236 | 20 | 36 |
| 220 | 38 | 9 | 26 | 28 | 20 | 17 | 21 | 33 | 342 | 38 | 276 | 19 | 22 | 258 | 22 | 36 |
| 240 | 41 | 10 | 28 | 30 | 22 | 18 | 22 | 36 | 394 | 40 | 322 | 20 | 24 | 280 | 24 | 40 |
| 260 | 44 | 10 | 30 | 30 | 22 | 18 | 23 | 38 | 424 | 40 | 348 | 21 | 25 | 302 | 26 | 40 |
| 280 | 44 | 10 | 34 | 32 | 24 | 18 | 24 | 40 | 448 | 42 | 368 | 22 | 26 | 324 | 28 | 42 |
| 300 | 50 | 11 | 36 | 34 | 24 | 19 | 25 | 44 | 488 | 42 | 400 | 24 | 28 | 348 | 30 | 42 |
| 320 | 53 | 11 | 36 | 34 | 26 | 19 | 26 | 46 | 518 | 44 | 426 | 25 | 30 | 370 | 32 | 44 |
| 340 | 56 | 11 | 38 | 36 | 26 | 19 | 27 | 50 | 552 | 46 | 452 | 26 | 33 | 392 | 34 | 46 |
| 360 | 59 | 12 | 38 | 38 | 28 | 21 | 28 | 54 | 586 | 48 | 478 | 28 | 34 | 416 | 36 | 48 |
| 380 | 62 | 12 | 40 | 38 | 28 | 21 | 29 | 58 | 620 | 48 | 504 | 30 | 35 | 440 | 38 | 48 |
| 400 | 65 | 12 | 40 | 40 | 32 | 21 | 30 | 60 | 650 | 50 | 530 | 31 | 36 | 462 | 40 | 50 |
| 450 | 72 | 12 | 42 | 42 | 32 | 21 | 32 | 65 | 724 | 52 | 594 | 35 | 40 | 520 | 45 | 52 |
| 500 | 80 | 15 | 42 | 44 | 34 | 25 | 34 | 70 | 800 | 54 | 660 | 38 | 44 | 576 | 50 | 54 |

Eine gute Legierung für Weissmetall ist:
5,4 Teile Kupfer, 7,8 Teile Antimon, 86,8 Teile Zinn.

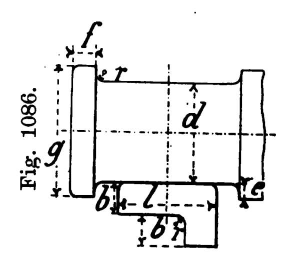


Fig. 1086.

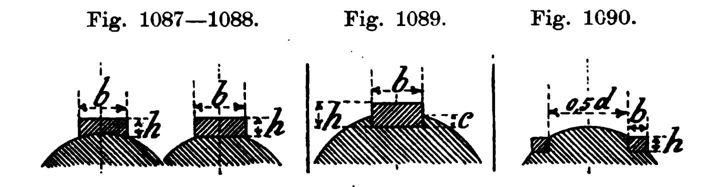
# Stirnzapfen

**und Schablone zur Abrundung der Lagerläufe.** Fig. 1086.

**Tabelle 178.** mm.

| *d* | *e* | *f* | *g* | *r* | *l* | *b* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **40** | 5 | 8 | 50 | 3 | 40 | 20 |
| **50** | 6 | 10 | 62 | 3 | 50 | 25 |
| **60** | 7 | 10 | 74 | 3 | 60 | 30 |
| **70** | 8 | 10 | 86 | 4 | 70 | 35 |
| **80** | 9 | 12 | 98 | 4 | 80 | 35 |
| **90** | 10 | 12 | 110 | 4 | 90 | 35 |
| **100** | 10 | 12 | 120 | 5 | 100 | 40 |
| **110** | 11 | 15 | 132 | 5 | 110 | 40 |
| **120** | 12 | 18 | 144 | 6 | 120 | 50 |
| **130** | 12 | 18 | 154 | 6 | 120 | 50 |
| **140** | 13 | 20 | 166 | 7 | 120 | 50 |
| **150** | 13 | 20 | 176 | 7 | 120 | 50 |
| **160** | 14 | 22 | 188 | 8 | 120 | 50 |
| **170** | 14 | 22 | 198 | 8 | 120 | 50 |
| **180** | 15 | 25 | 210 | 9 | 120 | 50 |
| **190** | 16 | 25 | 222 | 9 | 120 | 50 |
| **200** | 18 | 25 | 236 | 10 | 130 | 50 |
| **220** | 19 | 30 | 258 | 10 | 130 | 50 |
| **240** | 20 | 30 | 280 | 12 | 130 | 50 |
| **260** | 21 | 30 | 302 | 13 | 130 | 50 |
| **280** | 22 | 30 | 324 | 14 | 130 | 50 |
| **300** | 24 | 30 | 348 | 15 | 130 | 50 |
| **320** | 25 | 30 | 370 | 16 | 140 | 50 |
| **340** | 26 | 35 | 392 | 17 | 140 | 50 |
| **360** | 28 | 35 | 416 | 18 | 140 | 50 |
| **380** | 30 | 40 | 440 | 20 | 140 | 50 |
| **400** | 31 | 40 | 462 | 20 | 140 | 50 |
| **450** | 35 | 45 | 522 | 22 | 140 | 50 |
| **500** | 38 | 50 | 576 | 25 | 140 | 50 |

Fig. 1087—1088. Fig. 1089. Fig. 1090.



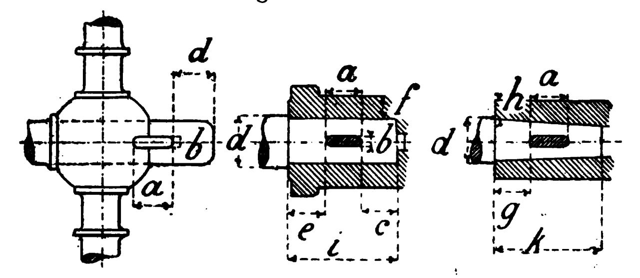

# Torsionskeile, Fig. 1087—1090.

## Tabelle 179. mm.

| Welle | Hohl- u. Flachkeil Fig. 1087—1088. | | Nutenkeil Fig. 1089. | | | Doppelkeil Fig. 1090. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *d* | *b* | *h* | *b* | *h* | *c* | *b* | *h* |
| **20—29** | 11 | 4 | 11 | 6 | 2 | — | — |
| **30—39** | 13 | 5 | 13 | 7 | 2 | — | — |
| **40—49** | 15 | 6 | 15 | 8 | 3 | — | — |
| **50—59** | 17 | 6 | 17 | 9 | 3 | — | — |
| **60—69** | 19 | 7 | 19 | 10 | 4 | — | — |
| **70—79** | 21 | 7 | 21 | 12 | 4 | — | — |
| **80—89** | 23 | 8 | 23 | 13 | 5 | — | — |
| **90—99** | 25 | 10 | 25 | 14 | 5 | — | — |
| **100—119** | 30 | 12 | 30 | 16 | 6 | — | — |
| **120—139** | — | — | 34 | 18 | 7 | — | — |
| **140—159** | — | — | 38 | 20 | 8 | — | — |
| **160—179** | — | — | 42 | 22 | 8 | — | — |
| **180—199** | — | — | 46 | 24 | 9 | — | — |
| **200—219** | — | — | 50 | 27 | 10 | 25 | 20 |
| **220—239** | — | — | 55 | 30 | 12 | 28 | 22 |
| **240—259** | — | — | 60 | 34 | 13 | 30 | 24 |
| **260—279** | — | — | 65 | 36 | 14 | 33 | 26 |
| **280—299** | — | — | 70 | 38 | 15 | 35 | 28 |
| **300—324** | — | — | 75 | 40 | 16 | 38 | 30 |
| **325—349** | — | — | 80 | 43 | 17 | 40 | 32 |
| **350—374** | — | — | 86 | 46 | 18 | 43 | 34 |
| **375—399** | — | — | 92 | 50 | 20 | 46 | 36 |
| **400—449** | — | — | 100 | 55 | 22 | 50 | 40 |
| **450—500** | — | — | 110 | 60 | 24 | 55 | 44 |

Den Anzug des Keiles nehme man = $^{1}/_{100}$ von der Länge.

Fig. 1091—1093.




## Keilverbindungen. Fig. 1091—1093.

**Tabelle 180.** mm.

| | | | | Gusseisen | | Schmiedeeisen | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *d* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* |
| **30** | 24 | 8 | 20 | 25 | 16 | 20 | 10 | 70 | 68 |
| **35** | 28 | 9 | 25 | 30 | 18 | 22 | 12 | 85 | 80 |
| **40** | 32 | 10 | 30 | 34 | 20 | 25 | 13 | 95 | 93 |
| **45** | 36 | 11 | 32 | 38 | 22 | 28 | 14 | 105 | 102 |
| **50** | 40 | 12 | 35 | 44 | 24 | 32 | 16 | 120 | 114 |
| **60** | 50 | 15 | 42 | 52 | 30 | 38 | 18 | 145 | 138 |
| **70** | 57 | 18 | 50 | 60 | 35 | 44 | 22 | 165 | 161 |
| **80** | 64 | 21 | 56 | 63 | 40 | 50 | 25 | 190 | 181 |
| **90** | 72 | 23 | 63 | 72 | 45 | 55 | 28 | 210 | 203 |
| **100** | 80 | 25 | 70 | 80 | 50 | 65 | 30 | 230 | 229 |
| **125** | 105 | 32 | 85 | 100 | 60 | 80 | 35 | 290 | 287 |
| **150** | 140 | 37 | 105 | 120 | 70 | 100 | 40 | 365 | 366 |
| **200** | 200 | 50 | 140 | 160 | 85 | 130 | 50 | 500 | 498 |

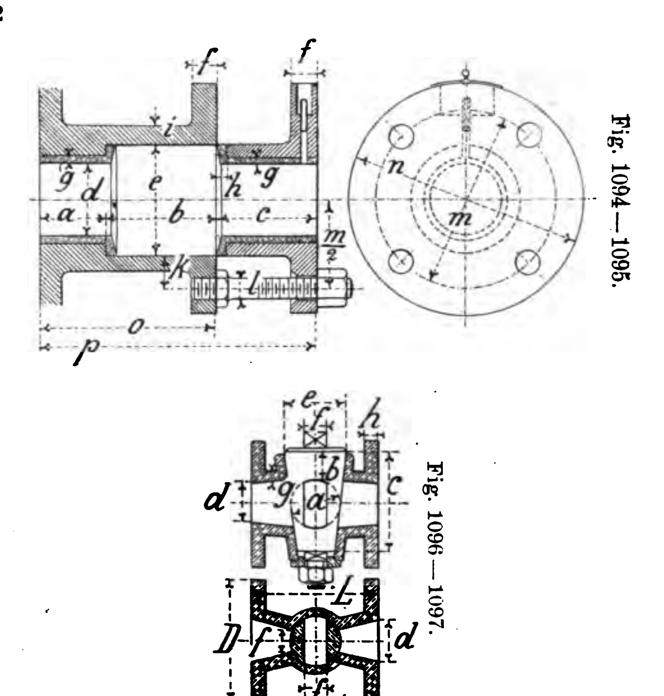



Fig. 1094 — 1095.

Fig. 1096 — 1097.

## Hähne. Fig. 1096 — 1097.

**Tabelle 181.** mm.

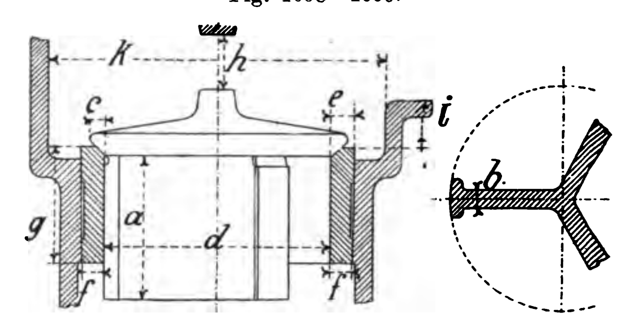
| | | | | | | | | Gusseisen | | Bronze | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *d* | *L* | *D* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* | *h* | *g* | *h* |
| **15** | 80 | 80 | 20 | 12 | 42 | 25 | 9 | 10 | 12 | 6 | 8 |
| **20** | 90 | 95 | 26 | 15 | 55 | 32 | 12 | 11 | 13 | 6 | 8 |
| **25** | 100 | 110 | 33 | 18 | 70 | 40 | 15 | 11 | 14 | 7 | 10 |
| **30** | 120 | 120 | 40 | 22 | 85 | 50 | 18 | 12 | 14 | 7 | 10 |
| **35** | 130 | 130 | 46 | 26 | 95 | 59 | 21 | 12 | 16 | 8 | 12 |
| **40** | 140 | 140 | 53 | 30 | 110 | 65 | 24 | 13 | 16 | 8 | 12 |
| **45** | 160 | 150 | 60 | 34 | 125 | 74 | 27 | 13 | 18 | 9 | 12 |
| **50** | 170 | 160 | 66 | 38 | 140 | 82 | 30 | 13 | 18 | 9 | 12 |
| **60** | 200 | 175 | 80 | 45 | 160 | 99 | 36 | 13 | 18 | 9 | 12 |
| **70** | 230 | 185 | 93 | 50 | 190 | 115 | 42 | 14 | 19 | 10 | 14 |
| **80** | 260 | 200 | 106 | 60 | 220 | 131 | 48 | 14 | 19 | 10 | 14 |
| **90** | 290 | 215 | 120 | 68 | 250 | 148 | 54 | 15 | 20 | 11 | 15 |
| **100** | 320 | 230 | 133 | 75 | 280 | 167 | 60 | 15 | 20 | 11 | 15 |

# Stopfbüchsen. Fig. 1094—1095.

## Tabelle 182. mm.

| | | | | | | | | | | Schrauben | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *d* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | Zahl | *l* | *m* | *n* | *o* | *p* |
| 10 | 10 | 40 | 39 | 26 | 12 | — | 4 | 8 | 17 | 2 | 10 | 60 | 88 | 50 | 89 |
| 12 | 10 | 43 | 42 | 30 | 13 | — | 4 | 8 | 18 | 2 | 10 | 66 | 95 | 53 | 95 |
| 14 | 10 | 46 | 45 | 33 | 14 | — | 4 | 8 | 19 | 2 | 10 | 71 | 100 | 56 | 101 |
| 16 | 15 | 49 | 48 | 36 | 15 | — | 4 | 8 | 20 | 2 | 13 | 76 | 110 | 64 | 112 |
| 18 | 15 | 52 | 51 | 40 | 16 | — | 5 | 10 | 22 | 2 | 13 | 84 | 118 | 67 | 118 |
| 20 | 15 | 55 | 53 | 43 | 17 | 3 | 5 | 10 | 23 | 2 | 13 | 89 | 122 | 70 | 123 |
| 23 | 15 | 58 | 57 | 50 | 18 | 3 | 5 | 10 | 24 | 2 | 13 | 98 | 132 | 73 | 130 |
| 26 | 20 | 62 | 60 | 55 | 19 | 3 | 5 | 11 | 25 | 2 | 13 | 105 | 138 | 82 | 142 |
| 30 | 20 | 66 | 63 | 60 | 20 | 4 | 6 | 12 | 25 | 2 | 16 | 110 | 144 | 86 | 149 |
| 33 | 25 | 70 | 67 | 65 | 21 | 4 | 6 | 12 | 27 | 2 | 16 | 119 | 160 | 95 | 162 |
| 36 | 30 | 75 | 71 | 70 | 22 | 4 | 6 | 13 | 29 | 2 | 16 | 128 | 168 | 105 | 176 |
| 40 | 30 | 80 | 75 | 75 | 23 | 5 | 7 | 14 | 30 | 2 | 16 | 135 | 174 | 110 | 185 |
| 43 | 35 | 85 | 79 | 80 | 24 | 5 | 7 | 15 | 32 | 2 | 20 | 144 | 192 | 120 | 199 |
| 46 | 35 | 90 | 82 | 85 | 25 | 5 | 8 | 15 | 33 | 2 | 20 | 151 | 200 | 125 | 207 |
| 50 | 40 | 100 | 86 | 90 | 26 | 6 | 8 | 16 | 34 | 3 | 20 | 158 | 206 | 135 | 221 |
| 55 | 45 | 105 | 91 | 95 | 27 | 6 | 8 | 17 | 34 | 3 | 20 | 163 | 212 | 145 | 236 |
| 60 | 50 | 105 | 96 | 100 | 28 | 7 | 9 | 18 | 34 | 3 | 20 | 168 | 216 | 155 | 251 |
| 65 | 55 | 110 | 101 | 105 | 29 | 7 | 9 | 19 | 35 | 3 | 20 | 175 | 230 | 165 | 266 |
| 70 | 60 | 115 | 106 | 110 | 30 | 8 | 10 | 20 | 35 | 3 | 23 | 180 | 234 | 175 | 281 |
| 75 | 65 | 120 | 110 | 120 | 30 | 8 | 10 | 21 | 38 | 3 | 23 | 196 | 250 | 185 | 295 |
| 80 | 70 | 125 | 115 | 125 | 31 | 8 | 10 | 22 | 40 | 4 | 23 | 205 | 254 | 195 | 310 |
| 85 | 75 | 130 | 119 | 130 | 31 | 9 | 11 | 23 | 40 | 4 | 23 | 210 | 270 | 205 | 324 |
| 90 | 80 | 135 | 124 | 135 | 32 | 9 | 11 | 24 | 40 | 4 | 26 | 215 | 274 | 215 | 339 |
| 95 | 85 | 140 | 128 | 140 | 32 | 9 | 11 | 25 | 40 | 4 | 26 | 220 | 280 | 225 | 353 |
| 100 | 90 | 150 | 134 | 150 | 34 | 10 | 12 | 26 | 44 | 4 | 30 | 238 | 304 | 240 | 374 |
| 105 | 90 | 155 | 138 | 155 | 34 | 10 | 12 | 27 | 44 | 4 | 30 | 243 | 308 | 245 | 383 |
| 110 | 95 | 160 | 143 | 160 | 35 | 10 | 12 | 28 | 44 | 4 | 30 | 248 | 314 | 255 | 398 |
| 115 | 95 | 165 | 147 | 165 | 35 | 10 | 13 | 28 | 44 | 4 | 30 | 253 | 318 | 260 | 407 |
| 120 | 100 | 170 | 152 | 170 | 36 | 11 | 13 | 29 | 45 | 4 | 30 | 260 | 322 | 270 | 422 |
| 125 | 100 | 180 | 157 | 180 | 37 | 11 | 13 | 30 | 47 | 4 | 33 | 274 | 348 | 280 | 437 |
| 130 | 105 | 185 | 162 | 185 | 38 | 11 | 14 | 30 | 48 | 4 | 33 | 281 | 352 | 290 | 452 |
| 135 | 105 | 190 | 167 | 190 | 38 | 11 | 14 | 30 | 48 | 4 | 33 | 286 | 358 | 295 | 462 |
| 140 | 110 | 195 | 171 | 195 | 39 | 12 | 15 | 31 | 49 | 4 | 36 | 293 | 372 | 305 | 476 |
| 145 | 110 | 200 | 175 | 200 | 39 | 12 | 15 | 31 | 49 | 4 | 36 | 298 | 276 | 310 | 485 |
| 150 | 120 | 210 | 180 | 210 | 40 | 12 | 16 | 32 | 52 | 4 | 36 | 314 | 392 | 330 | 510 |
| 160 | 120 | 215 | 184 | 220 | 41 | 13 | 16 | 33 | 54 | 4 | 40 | 328 | 412 | 335 | 519 |
| 170 | 130 | 220 | 188 | 230 | 42 | 13 | 17 | 33 | 54 | 4 | 40 | 338 | 422 | 350 | 538 |
| 180 | 130 | 225 | 193 | 240 | 43 | 13 | 17 | 33 | 54 | 4 | 40 | 348 | 432 | 355 | 548 |
| 190 | 140 | 230 | 197 | 250 | 44 | 13 | 18 | 34 | 55 | 4 | 40 | 360 | 452 | 370 | 567 |
| 200 | 140 | 235 | 200 | 265 | 45 | 14 | 18 | 35 | 58 | 4 | 43 | 383 | 470 | 375 | 575 |

Fig. 1098—1099.

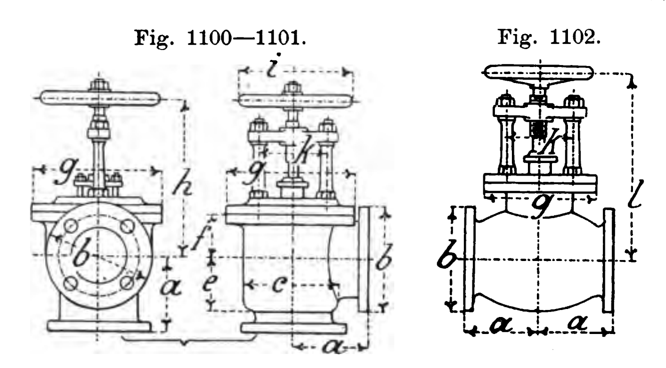



# Ventilkegel. Fig. 1098—1099.

**Tabelle 183.** mm.

| *d* | Hub *h* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* | *i* | *k* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **20** | 6 | 27 | 3 | 2 | 4 | 3 | 23 | 8 | 35 |
| **30** | 7 | 30 | 3 | 3 | 5 | 4 | 26 | 10 | 40 |
| **40** | 10 | 35 | 4 | 4 | 5 | 4 | 30 | 12 | 55 |
| **50** | 12 | 40 | 4 | 4 | 6 | 5 | 34 | 15 | 70 |
| **60** | 15 | 45 | 5 | 5 | 7 | 6 | 38 | 18 | 85 |
| **70** | 18 | 50 | 5 | 5 | 8 | 7 | 42 | 20 | 100 |
| **80** | 20 | 55 | 6 | 6 | 9 | 8 | 46 | 22 | 115 |
| **90** | 23 | 60 | 7 | 6 | 10 | 9 | 50 | 24 | 130 |
| **100** | 25 | 65 | 7 | 7 | 11 | 10 | 54 | 26 | 145 |
| **110** | 28 | 70 | 8 | 7 | 12 | 10 | 58 | 30 | 160 |
| **120** | 30 | 75 | 9 | 8 | 13 | 11 | 62 | 32 | 180 |

Fig. 1100—1101. Fig. 1102.




# Ventile. Fig. 1100—1102.

**Tabelle 184.** mm.

| *d* | *a* | *b* | *c* | *e* | *f* | *g* | *h* | *i* | *k* | *l* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **20** | 70 | 100 | 25 | 35 | 35 | 110 | 160 | 130 | 50 | 225 |
| **30** | 80 | 120 | 50 | 55 | 55 | 125 | 180 | 140 | 60 | 240 |
| **40** | 90 | 140 | 75 | 60 | 60 | 140 | 200 | 150 | 70 | 260 |
| **50** | 100 | 160 | 90 | 65 | 65 | 160 | 220 | 170 | 80 | 280 |
| **60** | 110 | 175 | 105 | 70 | 70 | 180 | 240 | 180 | 90 | 300 |
| **70** | 120 | 185 | 120 | 75 | 75 | 200 | 260 | 200 | 100 | 320 |
| **80** | 130 | 200 | 135 | 80 | 80 | 220 | 280 | 210 | 110 | 340 |
| **90** | 140 | 215 | 150 | 90 | 85 | 240 | 300 | 230 | 120 | 360 |
| **100** | 150 | 230 | 165 | 100 | 90 | 260 | 320 | 240 | 130 | 380 |
| **110** | 160 | 245 | 180 | 110 | 95 | 280 | 340 | 250 | 140 | 400 |
| **120** | 170 | 260 | 200 | 120 | 100 | 300 | 360 | 270 | 150 | 420 |
| **130** | 180 | 275 | 215 | 130 | 110 | 320 | 380 | 280 | 160 | 440 |
| **140** | 190 | 285 | 230 | 140 | 115 | 335 | 400 | 300 | 170 | 460 |
| **150** | 200 | 290 | 240 | 150 | 120 | 350 | 425 | 310 | 175 | 475 |

# Elasticitäts- und

## in Kilogramm

### Tabelle

| Material | Elasticitäts-Modul | | Bruchmodul $K$ für ruhende Belastung | | | | Tragmodul $T$ Elasticitätsgrenze | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zug u. Druck $E$ | Schub $G$ | Zug | Druck | Biegung | Schub | Zug | Druck | Biegung | Drehung |
| Schmiedeeisen in Stäben . . | 2000000 | 800000 | 3800 | 3800 | 5000 | 3500 | 1400 | 1400 | — | — |
| Eisenblech =*) . | 2000000 | 800000 | 3000 | — | — | 2400 | — | — | — | — |
| „ ⊥ . . | — | — | 2700 | — | — | — | — | — | — | — |
| Bessemerstahl . | 2150000 | 860000 | 5500 | — | 8000 | 4000 | 3000 | 3000 | 3000 | 1450 |
| Gussstahl . . . | 2150000 | 860000 | 7500 | — | — | — | — | — | — | 1450 |
| Federgussstahl, gehärtet . . | 2150000 | 860000 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Gusseisen . . | 1000000 | 400000 | 1250 | 7500 | 2550 | 1500 | 750 | 1500 | 800 | — |
| Phosphorbronze | 950000 | 380000 | 4000 | — | — | — | 1300 | — | — | — |
| Bronze . . . . | 700000 | 280000 | 2000 | — | — | — | 385 | — | — | — |
| Kupferblech, gehämmert . . | 1110000 | 440000 | — | — | — | — | 1400 | 1400 | — | — |
| Eiche, Buche, Esche . . . | 120000 | — | 950 | 480 | 720 | 70 | 270 | 120 | — | — |
| Kiefer, Fichte, Tanne . . . | 110000 | — | 800 | 400 | 600 | 50 | 270 | 120 | — | — |

Es gelten die zulässigen Beanspruchungen

**unter a,** wenn die Belastung eine r u h e n d e ist,

**unter b,** wenn die Beanspruchung eine w e c h s e l n d e ist derart, dass die hervorgerufenen Spannungen abwechselnd von Null bis zu einem Maximum wachsen und dann wieder bis auf Null zurückgehen (wiederholte Biegung, Dehnung und Drehung nach einer Richtung hin),

**unter c,** wenn die Beanspruchung eine wechselnde ist derart, dass die

*) = bedeutet parallel zur Walzrichtung,
⊥ bedeutet senkrecht zur Walzrichtung.

# Festigkeitscoefficienten*)
## pro Quadratcentimeter.

**185.**

| Zulässige Belastung $k$ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zug $k_1$ | | | Druck $k_2$ | | Biegung $k_3$ | | | Schub $k_4$ | | | Drehung $k_5$ | | |
| *a* | *b* | *c* | *a* | *b* | *a* | *b* | *c* | *a* | *b* | *c* | *a* | *b* | *c* |
| 900 | 600 | 300 | 900 | 600 | 900 | 600 | 300 | 720 | 480 | 240 | 360 | 240 | 120 |
| 900 | 600 | 300 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 720 | 480 | 240 | — | — | — |
| 1350 | 900 | 450 | 1350 | 900 | 1350 | 900 | 450 | 1080 | 720 | 360 | 540 | 360 | 180 |
| 1500 | 1000 | 500 | 1500 | 1000 | 1500 | 1000 | 500 | 1200 | 800 | 400 | 600 | 400 | 200 |
| — | — | — | — | — | — | 4300 | — | — | — | — | — | — | — |
| 300 | 200 | 100 | 900 | 600 | 450 | 300 | 150 | — | 160 | — | 150 | 100 | 50 |
| 750 | 500 | 250 | — | — | 750 | 500 | 250 | — | — | — | 300 | 200 | 100 |
| 300 | 200 | 100 | — | — | 300 | 200 | 100 | — | — | — | — | — | — |
| 900 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 120 | 66 | — | — | — | 120 | 66 | } mittlere Werte | | | | — | — | — |
| 80 | 60 | — | — | — | 80 | 60 | | | | | — | — | — |

dadurch hervorgerufenen Spannungen abwechselnd von einem grössten negativen Wert stetig wachsen bis zu einem grössten positiven, in absoluter Beziehung gleichgrossen Wert, dann wieder abnehmen u. s. w. (wiederholte Biegung oder Drehung nach entgegengesetzter Richtung u. s. w.).

Für zwischenliegende Beanspruchungen können dazwischenliegende Werte angenommen werden.

Beim Auftreten von Stössen in den Constructionsteilen ist die zulässige Beanspruchung kleiner anzunehmen.

---

*) S. auch „Uhlich" „Die Festigkeitslehre".

# Zug- und Druckfestigkeit.

$P$ sei die Zug- resp. Druckkraft in kg,
$F$ die Querschnittsfläche in qcm,
dann ist die Beanspruchung in kg pro qcm

$$k_1 = \frac{P}{F} \text{ resp. } k_2 = \frac{P}{F}.$$

# Schub- oder Scheerfestigkeit.

Die zulässige Beanspruchung ist $^4/_5$ derjenigen der Zugfestigkeit, also: $k_4 = {}^4/_5\, k_1$; $k_4 = \frac{P}{F}$.

**Beispiel:** Der Kreuzkopfkeil der Dampfmaschine $^{550}/_{1000}$ ist 2,1 cm breit und 6,4 cm hoch, der axiale Kolbendruck beträgt 11600 kg, für den in 2 Querschnitten beanspruchten Keil ist $k_4 = \frac{11600}{2 \cdot 2{,}1 \cdot 6{,}4} = 433$ kg pro qcm. Es ist hier die Beanspruchung unter c massgebend und würde nach Tabelle 185 für Gussstahl 400 kg pro qcm zulässig sein.

# Die Biegungsfestigkeit.

$P$ sei die biegende Kraft in kg,
$M_b$ das Biegungsmoment in cmkg,
$W$ das Widerstandsmoment pro qcm, s. Tab. 188 u. 189,
$k_3$ die Beanspruchung in kg pro qcm, s. Tab. 185,

dann ist: $M_b = W k_3$; $k_3 = \frac{M_b}{W}$.

# Werte der Biegungsmomente.

## Tabelle 186.

| Belastung | Biegungsmoment | Belastung | Biegungsmoment |
|---|---|---|---|
| Fig. 1103 | $Pl$ | Fig. 1109 | $\frac{Pl}{4}$ |
| Fig. 1104 | $\frac{P_1 l}{2}$ | Fig. 1110 | $\frac{Pl}{8}$ |
| Fig. 1105 | $\left(P + \frac{P_1}{2}\right) l$ | Fig. 1111 | $\frac{Pmn}{l}$ |
| Fig. 1106 | $\frac{P_1 l}{8}$ | Fig. 1112 | $\frac{3Pl}{16}$ |
| Fig. 1107 | $\frac{Pl}{8}$ | Fig. 1113 | $Pm$ |
| Fig. 1108 | $\frac{P_1 l}{12}$ | | |

Fig. 1103—1108. Fig. 1109—1113.

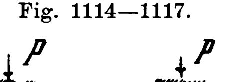
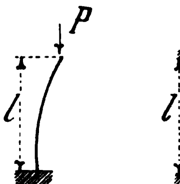
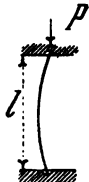
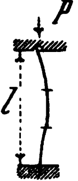
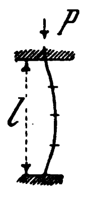


Fig. 1114—1117.




## Werte der Zerknickungsfestigkeit.

**Tabelle 187.**

| $P = \frac{2{,}5\, J\, E}{m\, l^2}$ | $P = \frac{10\, J\, E}{m\, l^2}$ | $P = \frac{20\, J\, E}{m\, l^2}$ | $P = \frac{40\, J\, E}{m\, l^2}$ |
|---|---|---|---|
| $\frac{l}{d} > 10$ | $\frac{l}{d} > 20$ | $\frac{l}{d} > 30$ | $\frac{l}{d} > 40$ |

$m$ Sicherheitsgrad.

Giebt beim runden Querschnitt $\frac{l}{d}$ resp. Länge dividiert durch Durchmesser kleinere Werte als in der letzten Rubrik, so ist der Stab auf Druck zu berechnen.

## Die Torsionsfestigkeit.

$P$ sei die auf Torsion wirkende Kraft in kg,
$r$ der Hebelarm, an welchem $P$ wirkt in cm,
$d$ der Durchmesser der auf Torsion beanspruchten Welle in cm,
$k_5$ die zulässige Belastung nach Tab. 185,
$J_p$ das polare Trägheitsmoment (s. Seite 380),
$a$ der Abstand der äussersten Faser,

so ist: $$M_d = \frac{J_p}{a}\, k = W_p\, k.$$

## Zusammensetzung der Torsions- u. Biegungsfestigkeit.

Ist $M_d$ das Drehungsmoment,
$M_b$ das Biegungsmoment,
dann ist das ideelle Biegungsmoment, welches beide ersetzt (Annährungsformel nach Poncelet)

wenn $M_b > M_d$ . . . $(M_b)i = 0{,}975\, M_b + 0{,}25\, M_d$

wenn $M_b < M_d$ . . . $(M_b)i = 0{,}625\, M_b + 0{,}6\, M_d$.

Beispiel: Die Kurbelwelle, Fig. 1118, der Maschine, 45 cm Drchm., 80 cm Hub, hat in der Mitte 25 cm Drchm. Das Gewicht des Schwungrades ist $G = 3000$ kg. Für 6 At. Überdruck bestimmt sich das Torsionsmoment nach:

$M_d = P_r = 9350 \cdot 40 = 374000$ cmkg.

Fig. 1118.

Das Biegungsmoment

$$M_b = \frac{G \cdot m \cdot n}{m + n} = \frac{3000 \cdot 90 \cdot 100}{190} = 142100 \text{ cmkg.}$$

Da $M_d > M_b$ so ist das ideelle Biegungsmoment

$$(M_b)i = 0{,}625 \cdot 142100 + 0{,}6 \cdot 374000 = 313212 \text{ kg,}$$

also die Beanspruchung pro qcm

$$k = \frac{(M_b)i}{W} = \frac{313212}{1534} = \sim 204 \text{ kg.}$$

# Werte von „$J$" und „$W$".

## Tabelle 188.

| Querschnitt. | Trägheitsmoment. | Widerstandsmoment. |
|---|---|---|
| Rechteck $b$, $h$ | $J = \frac{b\,h^3}{12}$ | $W = \frac{b\,h^2}{6}$ |
| Quadrat $b$ | $J = \frac{b^4}{12}$ | $W = \frac{b^3}{6}$ |
| Kreis $d$ | $J = \sim 0{,}05\, d^4$ | $W = \sim 0{,}1\, d^3$ |
| Kreisring $d$, $D$ | $J = \sim 0{,}05\, (D^4 - d^4)$ | $W = \sim \frac{0{,}1\, (D^4 - d^4)}{D}$ |
| Ellipse $b$, $h$ | $J = \sim 0{,}05\, b\, h^3$ | $W = \sim 0{,}1\, b\, h^2$ |

Fig. 1119—1123.

**Werte des polaren Trägheitsmomentes $J_p$ und des polaren Widerstandsmomentes $W_p$ für den kreisrunden Querschnitt.**

| | |
|---|---|
| $J_p = \frac{\pi}{32} d^4 = \sim 0{,}1\, d^4$ | $W_p = \frac{\pi}{16} d^3 = \sim 0{,}2\, d^3$ |

# Trägheitsmoment $J = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$ und Widerstandsmoment $W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$

## des kreisförmigen Querschnittes bezogen auf den Durchmesser $d$.

### Tabelle 189.

| d | J | W | d | J | W | d | J | W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,0491 | 0,0982 | 35 | 73662 | 4209 | 69 | 1112660 | 32251 |
| 2 | 0,7854 | 0,7854 | 36 | 82448 | 4580 | 70 | 1178588 | 33674 |
| 3 | 3,976 | 2,651 | 37 | 91998 | 4973 | 71 | 1247393 | 35138 |
| 4 | 12,57 | 6,283 | 38 | 102354 | 5387 | 72 | 1319167 | 36644 |
| 5 | 30,68 | 12,27 | 39 | 113561 | 5824 | 73 | 1393995 | 38192 |
| 6 | 63,62 | 21,21 | 40 | 125664 | 6283 | 74 | 1471963 | 39783 |
| 7 | 117,9 | 33,67 | 41 | 138709 | 6766 | 75 | 1553156 | 41417 |
| 8 | 201,1 | 50,27 | 42 | 152745 | 7274 | 76 | 1637662 | 43096 |
| 9 | 322,1 | 71,57 | 43 | 167820 | 7806 | 77 | 1725571 | 44820 |
| 10 | 490,9 | 98,17 | 44 | 183984 | 8363 | 78 | 1816972 | 46589 |
| 11 | 718,7 | 130,7 | 45 | 201289 | 8946 | 79 | 1911967 | 48404 |
| 12 | 1018 | 169,6 | 46 | 219787 | 9556 | 80 | 2010619 | 50265 |
| 13 | 1402 | 215,7 | 47 | 239531 | 10193 | 81 | 2113051 | 52174 |
| 14 | 1886 | 269,4 | 48 | 260576 | 10857 | 82 | 2219347 | 54130 |
| 15 | 2485 | 331,3 | 49 | 282979 | 11550 | 83 | 2329605 | 56135 |
| 16 | 3217 | 402·1 | 50 | 306796 | 12272 | 84 | 2443920 | 58189 |
| 17 | 4100 | 482,3 | 51 | 332086 | 13023 | 85 | 2562392 | 60292 |
| 18 | 5153 | 572,6 | 52 | 358908 | 13804 | 86 | 2685120 | 62445 |
| 19 | 6397 | 673,4 | 53 | 387323 | 14616 | 87 | 2812205 | 64648 |
| 20 | 7854 | 785,4 | 54 | 417393 | 15459 | 88 | 2943748 | 66903 |
| 21 | 9547 | 909,2 | 55 | 449180 | 16334 | 89 | 3079853 | 69210 |
| 22 | 11499 | 1045 | 56 | 482750 | 17241 | 90 | 3220623 | 71569 |
| 23 | 13737 | 1194 | 57 | 518166 | 18181 | 91 | 3366165 | 73982 |
| 24 | 16286 | 1357 | 58 | 555497 | 19155 | 92 | 3516586 | 76448 |
| 25 | 19175 | 1534 | 59 | 594810 | 20163 | 93 | 3671992 | 78968 |
| 26 | 22432 | 1726 | 60 | 636172 | 21206 | 94 | 3832492 | 81542 |
| 27 | 26087 | 1932 | 61 | 679651 | 22284 | 95 | 3998198 | 84173 |
| 28 | 30172 | 2155 | 62 | 725332 | 23398 | 96 | 4169220 | 86859 |
| 29 | 34719 | 2394 | 63 | 773272 | 24548 | 97 | 4345671 | 89601 |
| 30 | 39761 | 2651 | 64 | 823550 | 25736 | 98 | 4527664 | 92401 |
| 31 | 45333 | 2925 | 65 | 876240 | 26961 | 99 | 4715315 | 95259 |
| 32 | 51472 | 3217 | 66 | 931420 | 28225 | 100 | 4908738 | 98175 |
| 33 | 58214 | 3528 | 67 | 989166 | 29527 | | | |
| 34 | 65597 | 3859 | 68 | 1049556 | 30869 | | | |

# Kreisumfang und Inhalt.

## Tabelle 190.

| Durchmesser | Umfang | Inhalt | Durchmesser | Umfang | Inhalt | Durchmesser | Umfang | Inhalt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,5 | 1,571 | 0,1964 | 21 | 65,97 | 346,36 | 41,5 | 130,4 | 1352,7 |
| 1 | 3,142 | 0,7854 | 21,5 | 67,54 | 363,05 | 42 | 131,9 | 1385,4 |
| 1,5 | 4,712 | 1,7671 | 22 | 69,12 | 380,13 | 42,5 | 133,5 | 1418,6 |
| 2 | 6,283 | 3,1416 | 22,5 | 70,69 | 397,61 | 43 | 135,1 | 1452,2 |
| 2,5 | 7,854 | 4,9087 | 23 | 72,26 | 415,48 | 43,5 | 136,7 | 1486,2 |
| 3 | 9,425 | 7,0686 | 23,5 | 73,83 | 433,74 | 44 | 138,2 | 1520,5 |
| 3,5 | 11,000 | 9,6211 | 24 | 75,40 | 452,39 | 44,5 | 139,8 | 1555,3 |
| 4 | 12,566 | 12,566 | 24,5 | 76,97 | 471,44 | 45 | 141,4 | 1590,4 |
| 4,5 | 14,173 | 15,902 | 25 | 78,54 | 490,87 | 45,5 | 142,9 | 1626,0 |
| 5 | 15,71 | 19,635 | 25,5 | 80,11 | 510.71 | 46 | 144.5 | 1661,9 |
| 5,5 | 17,28 | 23,758 | 26 | 81,68 | 530,93 | 46,5 | 146,1 | 1698,2 |
| 6 | 18,85 | 28.274 | 26,5 | 83,25 | 551,55 | 47 | 147,7 | 1734,9 |
| 6,5 | 20,42 | 33,183 | 27 | 84,82 | 572,56 | 47,5 | 149,2 | 1772,1 |
| 7 | 21,99 | 38,485 | 27,5 | 86,39 | 593,96 | 48 | 150,8 | 1809,6 |
| 7,5 | 23,56 | 44,179 | 28 | 87,96 | 615,75 | 48,5 | 152,4 | 1847,5 |
| 8 | 25,13 | 50,265 | 28,5 | 89,54 | 637,94 | 49 | 153,9 | 1885,7 |
| 8,5 | 26,70 | 56,745 | 29 | 91,11 | 660,52 | 49,5 | 155,5 | 1924,4 |
| 9 | 28,27 | 63,617 | 29,5 | 92,68 | 683,49 | 50 | 157,1 | 1963,5 |
| 9,5 | 29,85 | 70,882 | 30 | 94,25 | 706,86 | 50,5 | 158,7 | 2003,0 |
| 10 | 31,42 | 78,540 | 30,5 | 95,82 | 730,62 | 51 | 160,2 | 2042,8 |
| 10,5 | 32,99 | 86,590 | 31 | 97,39 | 754,77 | 51,5 | 161,8 | 2083,1 |
| 11 | 34,56 | 95,033 | 31,5 | 98,96 | 779,31 | 52 | 163,4 | 2123,7 |
| 11,5 | 36,13 | 103,87 | 32 | 100,53 | 804,25 | 52,5 | 164,9 | 2164,8 |
| 12 | 37,70 | 113,10 | 32,5 | 102,10 | 829,58 | 53 | 166,5 | 2206,2 |
| 12,5 | 39,27 | 122,72 | 33 | 103,63 | 855,30 | 53,5 | 168,1 | 2248,0 |
| 13 | 40,84 | 132.73 | 33,5 | 105,24 | 881,41 | 54 | 169,6 | 2290,2 |
| 13,5 | 42,41 | 143,14 | 34 | 106,8 | 907,92 | 54,5 | 171,2 | 2332,8 |
| 14 | 43,98 | 153,94 | 34.5 | 108,4 | 934,82 | 55 | 172,8 | 2375,8 |
| 14,5 | 45,55 | 165,13 | 35 | 110,0 | 962,11 | 55,5 | 174,4 | 2419,2 |
| 15 | 47,12 | 166,71 | 35,5 | 111,5 | 989,80 | 56 | 175,9 | 2463,0 |
| 15,5 | 48,69 | 188,69 | 36 | 113,1 | 1017,88 | 56,5 | 177,5 | 2507,2 |
| 16 | 50,27 | 201,06 | 36,5 | 114,7 | 1046,35 | 57 | 179,1 | 2551,8 |
| 16,5 | 51,84 | 213,82 | 37 | 116,2 | 1075,21 | 57,5 | 180,6 | 2596,7 |
| 17 | 53,41 | 226,98 | 37,5 | 117,8 | 1104,47 | 58 | 182,2 | 2642,1 |
| 17.5 | 54,98 | 240,53 | 38 | 119,4 | 1134,11 | 58,5 | 183,8 | 2687,8 |
| 18 | 56,55 | 254,47 | 38,5 | 121,0 | 1164,16 | 59 | 185,4 | 2734,0 |
| 18,5 | 58,12 | 268,80 | 39 | 122,5 | 1194,59 | 59,5 | 186,9 | 2780,5 |
| 19 | 59,69 | 283,53 | 39,5 | 124,1 | 1225,40 | 60 | 188,5 | 2827,4 |
| 19,5 | 61,26 | 298,65 | 40 | 125,7 | 1256,6 | 60,5 | 190,1 | 2874,8 |
| 20 | 62,83 | 314,16 | 40,5 | 127,2 | 1288,2 | 61 | 191,6 | 2922,5 |
| 20,5 | 64,40 | 330,06 | 41 | 128,8 | 1320,3 | 61,5 | 193.2 | 2970,6 |

| Durchmesser | Umfang | Inhalt | Durchmesser | Umfang | Inhalt | Durchmesser | Umfang | Inhalt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | 194,8 | 3019,1 | 75 | 235,6 | 4417,9 | 88 | 276,5 | 6082,1 |
| 62,5 | 196,4 | 3068,0 | 75,5 | 237,2 | 4477,0 | 88,5 | 278,0 | 6151,4 |
| 63 | 197,9 | 3117,2 | 76 | 238,8 | 4536,5 | 89 | 279,6 | 6221,1 |
| 63,5 | 199,5 | 3166,9 | 76,5 | 240,3 | 4596,3 | 89,5 | 281,2 | 6291,2 |
| 64 | 201,1 | 3217,0 | 77 | 241,9 | 4656,6 | 90 | 282,7 | 6361,7 |
| 64,5 | 202,6 | 3267,5 | 77.5 | 243.5 | 4717,3 | 90,5 | 284,3 | 6432,6 |
| 65 | 204,2 | 3318,3 | 78 | 245,0 | 4778,4 | 91 | 285,9 | 6503,9 |
| 65,5 | 205,8 | 3369,6 | 78.5 | 246,6 | 4839,8 | 91,5 | 287,5 | 6575,5 |
| 66 | 207,3 | 3421,2 | 79 | 248,2 | 4901,7 | 92 | 289,0 | 6647,6 |
| 66,5 | 208,9 | 3473,2 | 79,5 | 249,8 | 4963,9 | 92,5 | 290,6 | 6720,1 |
| 67 | 210,5 | 3525,7 | 80 | 251,3 | 5026,5 | 93 | 292,2 | 6792,9 |
| 67,5 | 212,1 | 3578,5 | 80,5 | 252,9 | 5089,6 | 93,5 | 293,7 | 6866,1 |
| 68 | 213,6 | 3631,7 | 81 | 254,5 | 5153,0 | 94 | 295,3 | 6939,8 |
| 68,5 | 215,2 | 3685,3 | 81,5 | 256,0 | 5216,8 | 94,5 | 296,9 | 7013,8 |
| 69 | 216,8 | 3739,3 | 82 | 257,6 | 5281,0 | 95 | 298,5 | 7088,2 |
| 69,5 | 218,3 | 3793,7 | 82,5 | 259,2 | 5345,6 | 95,5 | 300,0 | 7163,0 |
| 70 | 219,9 | 3848,5 | 83 | 260,8 | 5410,6 | 96 | 301,6 | 7238,2 |
| 70,5 | 221,5 | 3903,6 | 83,5 | 262,3 | 5476,0 | 96,5 | 303,2 | 7313,8 |
| 71 | 223,1 | 3959,2 | 84 | 263,9 | 5541,8 | 97 | 304,7 | 7389,8 |
| 71,5 | 224,6 | 4015,2 | 84,5 | 265,5 | 5607,9 | 97,5 | 306,3 | 7466,2 |
| 72 | 226,2 | 4071,5 | 85 | 267,0 | 5674,5 | 98 | 307,9 | 7543,0 |
| 72,5 | 227.8 | 4128,2 | 85,5 | 268,6 | 5741,5 | 98,5 | 309,4 | 7620,1 |
| 73 | 229,3 | 4185,4 | 86 | 270,2 | 5808,8 | 99 | 311,0 | 7697,7 |
| 73,5 | 230,9 | 4242,9 | 86,5 | 271,7 | 5876,5 | 99,5 | 312,6 | 7775,6 |
| 74 | 232,5 | 4300,8 | 87 | 273,3 | 5944,7 | 100 | 314,2 | 7854,0 |
| 74,5 | 234,0 | 4359,2 | 87,5 | 274,9 | 6013,2 | | | |

## Reduction von:

### Druck der At. abs. in kg pro qcm auf Pfund pro ☐Zoll engl.

### Tabelle 191.

| At. abs. . . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pfd. pr. ☐Zoll engl. . | 14,2 | 28,4 | 42,6 | 56,8 | 71,0 | 85,2 | 99,4 | 114 | 128 | 142 |

## Reduction von:

### Luftleere in At. abs. auf Quecksilbersäule in cm.

### Tabelle 192.

| At. abs. . . . | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quecksilbersäule in cm | 7,6 | 15,2 | 22,8 | 30,4 | 38,0 | 45,6 | 53,2 | 60,8 | 68,4 | 76,0 |

# Temperatur und Gewicht der gesättigten Wasserdämpfe.

## Tabelle 193.

| At. abs. pr. 1 kg pr. qcm | Temperatur in Grad C | Dampfgewicht in kg pr. cbm | At. abs. pr. 1 kg pr. qcm | Temperatur in Grad C | Dampfgewicht in kg pr. cbm |
|---|---|---|---|---|---|
| $p$ | $t$ | $\gamma$ | $p$ | $t$ | $\gamma$ |
| **0,0** | — | — | **3** | 132.8 | 1,633 |
| 0,1 | 45,6 | 0.067 | 3,2 | 135 | 1,735 |
| 0,2 | 59.8 | 0,128 | 3,5 | 138.1 | 1,888 |
| 0,3 | 68.7 | 0.188 | 3.8 | 141 | 2,039 |
| 0,4 | 75,5 | 0.246 | **4** | 142.8 | 2.140 |
| 0.5 | 80,9 | 0,303 | 4,2 | 144.6 | 2.224 |
| 0,6 | 85.5 | 0.360 | 4.5 | 147.1 | 2,390 |
| 0,7 | 89.5 | 0.416 | 4.8 | 149.5 | 2.539 |
| 0.8 | 93 | 0,472 | **5** | 151 | 2.641 |
| 0,9 | 96.2 | 0,527 | 5,5 | 154.6 | 2,886 |
| **1,0** | 99,1 | 0,582 | **6** | 157.9 | 3.132 |
| 1,1 | 101.8 | 0.637 | 6.5 | 161.1 | 3,376 |
| 1,2 | 104.2 | 0,691 | **7** | 164 | 3,619 |
| 1.3 | 106,6 | 0.745 | 7,5 | 166.8 | 3.861 |
| 1,4 | 108,7 | 0,798 | **8** | 169.5 | 4,103 |
| 1,5 | 110.8 | 0,852 | 8,5 | 172 | 4,344 |
| 1,6 | 112,7 | 0,905 | **9** | 174.4 | 4,583 |
| 1,7 | 114.5 | 0,958 | 9,5 | 176,7 | 4.822 |
| 1,8 | 116,3 | 1.011 | **10** | 178.9 | 5.061 |
| 1,9 | 118 | 1.064 | 10.5 | 181 | 5.297 |
| **2.0** | 119.6 | 1,116 | **11** | 183 | 5,534 |
| 2,1 | 121,1 | 1,168 | 11,5 | 185 | 5,770 |
| 2,2 | 122.6 | 1,221 | **12** | 186.9 | 6,006 |
| 2,3 | 124 | 1,273 | 12,5 | 188.8 | 6.238 |
| 2,4 | 125,4 | 1,325 | **13** | 190.6 | 6.473 |
| 2.5 | 126,7 | 1,376 | 13,5 | 192.3 | 6.707 |
| 2,6 | 128 | 1,428 | **14** | 194 | 6.940 |
| 2,7 | 129,3 | 1.479 | 14,5 | 195,6 | 7.174 |
| 2,8 | 130,5 | 1,531 | **15** | 197,2 | 7,402 |
| 2.9 | 131,7 | 1,582 | | | |

## Specifische Gewichte (abgerundet). Tabelle 195.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Gusseisen . . . . . | 7,3 | Rotguss . . . . . . . | 8,7 |
| Schmiedeeisen und Stahl | 7,8 | Weissguss . . . . . | 7,3 |
| Kupfer . . . . . . . | 8,8 | Blei . . . . . . . . . | 11.4 |

## Quadrat- u. Rundeisen pro lfd. m in kg. Tabelle 196.

| Dicke-Drchm. mm | □Eisen | ○Eisen | Dicke-Drchm. mm | □Eisen | ○Eisen | Dicke-Drchm. mm | □Eisen | ○Eisen | Dicke-Drchm. mm | □Eisen | ○Eisen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 0,20 | 0,15 | 29 | 6,54 | 5,14 | 56 | 24,4 | 19,2 | 140 | 153 | 120 |
| 6 | 0,28 | 0,22 | 30 | 7,00 | 5,50 | 58 | 26,2 | 20,6 | 145 | 164 | 129 |
| 7 | 0,38 | 0,30 | 31 | 7,48 | 5,87 | 60 | 28,0 | 22,0 | 150 | 175 | 137 |
| 8 | 0,50 | 0,39 | 32 | 7,97 | 6,26 | 62 | 29,9 | 23,5 | 160 | 199 | 156 |
| 9 | 0,63 | 0,50 | 33 | 8,38 | 6,65 | 64 | 31,9 | 25,0 | 170 | 225 | 176 |
| 10 | 0,78 | 0.61 | 34 | 8,99 | 7,06 | 66 | 33,5 | 26,6 | 180 | 252 | 198 |
| 11 | 0,94 | 0,74 | 35 | 9,53 | 7,49 | 68 | 36,0 | 28,3 | 190 | 281 | 221 |
| 12 | 1,12 | 0,88 | 36 | 10,1 | 7,92 | 70 | 38,1 | 29,9 | 200 | 311 | 244 |
| 13 | 1,32 | 1,03 | 37 | 10,7 | 8,37 | 72 | 40,3 | 31,7 | 210 | 343 | 269 |
| 14 | 1,53 | 1,20 | 38 | 11,2 | 8,82 | 74 | 42,6 | 33,5 | 220 | 377 | 295 |
| 15 | 1,75 | 1,38 | 39 | 11,8 | 9,29 | 76 | 44,9 | 35,3 | 230 | 412 | 323 |
| 16 | 1,99 | 1,56 | 40 | 12,5 | 9,78 | 78 | 47,3 | 37,2 | 240 | 448 | 351 |
| 17 | 2,25 | 1,77 | 41 | 13,1 | 10,3 | 80 | 49,8 | 39,1 | 250 | 486 | 381 |
| 18 | 2,52 | 1,98 | 42 | 13,7 | 10,8 | 85 | 56,2 | 44,2 | 260 | 527 | 414 |
| 19 | 2,81 | 2,21 | 43 | 14,4 | 11,3 | 90 | 63,0 | 49,5 | 270 | 569 | 447 |
| 20 | 3,11 | 2,44 | 44 | 14,9 | 11,8 | 95 | 70,2 | 55,2 | 280 | 612 | 480 |
| 21 | 3,43 | 2,70 | 45 | 15,8 | 12,4 | 100 | 77,8 | 61,1 | 290 | 656 | 515 |
| 22 | 3,73 | 2,96 | 46 | 16,5 | 12,9 | 105 | 85,6 | 67,4 | 300 | 702 | 551 |
| 23 | 4,12 | 3,23 | 47 | 17,2 | 13,5 | 110 | 94,1 | 73,9 | 310 | 750 | 588 |
| 24 | 4,48 | 3,52 | 48 | 17.9 | 14,1 | 115 | 103 | 80,8 | 320 | 799 | 627 |
| 25 | 4,86 | 3,82 | 49 | 18,7 | 14,7 | 120 | 112 | 88,0 | 330 | 849 | 667 |
| 26 | 5,26 | 4,13 | 50 | 19,5 | 15,3 | 125 | 122 | 95,5 | 340 | 902 | 708 |
| 27 | 5,67 | 4,46 | 52 | 21,0 | 16,5 | 130 | 132 | 103 | 350 | 956 | 750 |
| 28 | 6,10 | 4,79 | 54 | 22,7 | 17,8 | 135 | 142 | 111 | 360 | 1011 | 794 |

## Gewicht von 1 qm Blech in kg. Tabelle 197.

| Dicke in mm | Schmiede-eisen | Guss-eisen | Guss-stahl | Kupfer | Messing | Zink | Blei |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7,8 | 7,3 | 7,9 | 8,9 | 8,6 | 6,9 | 11,4 |
| 2 | 15,6 | 14,5 | 15,7 | 17,8 | 17,1 | 13,8 | 22,8 |
| 3 | 23,3 | 21,8 | 23,6 | 26,7 | 25,7 | 20,7 | 34,2 |
| 4 | 31,1 | 29,0 | 31,5 | 35,6 | 34,2 | 27,6 | 45,6 |
| 5 | 38,9 | 36,3 | 39,4 | 44,5 | 42,8 | 34,5 | 57,0 |
| 6 | 46,7 | 43,5 | 47,2 | 53,4 | 51.3 | 41,4 | 68,4 |
| 7 | 54,5 | 50,8 | 55,1 | 62,3 | 59,9 | 48,3 | 79,8 |
| 8 | 62,2 | 58,0 | 63,0 | 71,2 | 68,4 | 55,2 | 91,2 |
| 9 | 70,0 | 65,3 | 70,8 | 80,1 | 77,0 | 62,1 | 102,6 |
| 10 | 77,8 | 72,5 | 78,7 | 89,0 | 85,5 | 69,0 | 114,0 |
| 11 | 85,6 | 79,8 | 86,6 | 97,9 | 94,1 | 75,9 | 125,4 |
| 12 | 93,4 | 87,0 | 94,4 | 106,8 | 102,6 | 82,8 | 136,8 |
| 13 | 101,1 | 94,3 | 102,3 | 115,7 | 111,2 | 89,7 | 148,2 |
| 14 | 108,9 | 101,5 | 110,2 | 124,6 | 119.7 | 96,6 | 159,6 |
| 15 | 116,7 | 108,8 | 118.1 | 133,5 | 128,3 | 103,5 | 171,0 |
| 16 | 124,5 | 116,0 | 125,9 | 142,4 | 136,8 | 110,4 | 182,4 |
| 17 | 132,3 | 123,3 | 133,8 | 151,3 | 145,4 | 117,3 | 193,8 |
| 18 | 140,0 | 130,5 | 141,7 | 160,2 | 153,9 | 124,2 | 205,2 |
| 19 | 147,8 | 137,8 | 149,5 | 169,1 | 162,5 | 131,1 | 216,6 |
| 20 | 155,6 | 145,0 | 157,4 | 178,0 | 171,0 | 138,0 | 228,0 |

# Gewichte der Flacheisen pro lfd. m in kg. Tab. 194.

| Dicke in mm | Breite in mm | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 1 | 0,08 | 0,12 | 0,16 | 0,20 | 0,23 | 0,27 | 0,31 | 0,35 | 0,39 | 0,47 | 0,55 | 0,62 | 0,70 | 0.78 |
| 2 | 0,16 | 0,23 | 0,31 | 0,39 | 0,47 | 0,55 | 0,62 | 0,70 | 0,78 | 0,94 | 1.09 | 1,25 | 1,40 | 1,56 |
| 3 | 0,23 | 0,35 | 0,47 | 0,58 | 0,70 | 0,82 | 0.94 | 1,05 | 1,17 | 1,40 | 1.64 | 1,87 | 2,10 | 2.34 |
| 4 | 0.31 | 0,47 | 0,62 | 0,78 | 0,94 | 1,09 | 1,25 | 1,40 | 1.56 | 1,87 | 2,18 | 2,49 | 2.80 | 3,12 |
| 5 | 0,39 | 0,58 | 0,78 | 0,97 | 1,17 | 1,36 | 1,56 | 1,75 | 1,95 | 2,34 | 2,73 | 3,12 | 3,51 | 3.90 |
| 6 | 0,47 | 0,70 | 0,94 | 1,17 | 1,40 | 1,64 | 1,87 | 2,10 | 2,34 | 2,80 | 3.27 | 3,74 | 4,21 | 4,67 |
| 7 | 0,55 | 0,82 | 1,09 | 1,36 | 1,64 | 1,91 | 2,18 | 2,45 | 2,73 | 3,27 | 3.82 | 4,36 | 4,91 | 5.45 |
| 8 | 0,62 | 0,94 | 1,25 | 1,56 | 1,87 | 2,18 | 2,49 | 2,80 | 3,12 | 3,74 | 4.36 | 4,99 | 5,61 | 6.23 |
| 9 | 0,70 | 1,05 | 1.40 | 1,75 | 2,10 | 2,45 | 2,80 | 3,16 | 3,51 | 4.21 | 4,91 | 5,61 | 6,31 | 7.01 |
| 10 | 0,78 | 1,17 | 1,56 | 1,95 | 2,34 | 2,73 | 3,12 | 3,51 | 3,90 | 4,67 | 5,45 | 6,23 | 7,00 | 7.79 |
| 11 | 0,86 | 1,29 | 1,71 | 2.14 | 2,57 | 3,00 | 3,43 | 3,86 | 4,29 | 5,14 | 6,00 | 6,86 | 7,71 | 8.57 |
| 12 | 0,94 | 1,40 | 1,87 | 2,34 | 2,80 | 3,27 | 3,74 | 4,21 | 4,67 | 5,61 | 6,54 | 7,48 | 8,41 | 9.35 |
| 13 | 1,01 | 1,52 | 2,03 | 2,53 | 3,04 | 3,54 | 4,05 | 4,56 | 5,06 | 6,08 | 7,09 | 8,10 | 9,11 | 10.1 |
| 14 | 1,09 | 1,64 | 2,18 | 2,73 | 3,27 | 3,82 | 4,36 | 4,91 | 5,45 | 6,54 | 7,63 | 8,73 | 9.82 | 10,9 |
| 15 | 1,17 | 1,75 | 2,34 | 2,92 | 3,51 | 4,09 | 4,67 | 5.26 | 5,84 | 7,01 | 8,18 | 9,35 | 10.5 | 11,7 |
| 16 | 1,25 | 1,87 | 2,49 | 3,12 | 3,74 | 4,36 | 4,99 | 5,61 | 6,23 | 7,48 | 8,73 | 9.97 | 11,2 | 12.5 |
| 17 | 1,32 | 1,99 | 2,65 | 3,31 | 3,97 | 4.64 | 5,30 | 5,96 | 6,62 | 7,95 | 9,27 | 10,6 | 11.9 | 13.2 |
| 18 | 1,40 | 2,10 | 2,80 | 3,51 | 4,21 | 4,91 | 5,61 | 6,31 | 7,01 | 8,41 | 9,82 | 11,2 | 12.6 | 14,0 |
| 19 | 1,48 | 2,22 | 2,96 | 3.70 | 4,44 | 5,18 | 5,92 | 6,66 | 7,40 | 8,88 | 10,4 | 11,8 | 13.3 | 14,8 |
| 20 | 1,56 | 2,34 | 3,12 | 3,90 | 4,67 | 5,45 | 6,23 | 7,01 | 7,79 | 9,35 | 10,9 | 12,5 | 14.0 | 15.6 |
| 21 | 1,64 | 2,45 | 3,27 | 4,09 | 4,91 | 5,73 | 6,54 | 7,36 | 8,18 | 9,82 | 11,5 | 13,1 | 14,7 | 16.4 |
| 22 | 1,71 | 2,57 | 3,43 | 4,29 | 5,14 | 6,00 | 6,86 | 7,71 | 8,57 | 10,3 | 12,0 | 13,7 | 15.4 | 17.1 |
| 23 | 1,79 | 2,69 | 3,59 | 4,48 | 5,38 | 6,27 | 7,17 | 8,06 | 8,96 | 10,8 | 12,5 | 14,3 | 16,1 | 17.9 |
| 24 | 1,87 | 2,80 | 3,74 | 4,67 | 5,61 | 6,54 | 7,48 | 8,41 | 9,35 | 11,2 | 13,1 | 15,0 | 16,8 | 18,7 |
| 25 | 1 95 | 2,92 | 3,90 | 4,87 | 5,84 | 6,82 | 7,79 | 8,76 | 9,74 | 11,7 | 13,6 | 15,6 | 17,5 | 19,5 |
| 26 | 2,03 | 3,04 | 4,05 | 5,06 | 6,08 | 7,09 | 8,10 | 9,11 | 10,1 | 12,2 | 14,2 | 16.2 | 18.2 | 20,3 |
| 27 | 2,10 | 3,16 | 4,21 | 5,26 | 6,31 | 7,36 | 8,41 | 9,47 | 10,5 | 12,6 | 14,7 | 16.8 | 18,9 | 21,0 |
| 28 | 2,18 | 3,27 | 4.36 | 5,45 | 6,54 | 7,63 | 8,73 | 9,82 | 10,9 | 13,1 | 15,3 | 17,5 | 19,6 | 21.8 |
| 29 | 2,26 | 3,39 | 4,52 | 5,65 | 6,78 | 7,91 | 9,04 | 10,2 | 11,3 | 13,6 | 15,8 | 18,1 | 20,3 | 22,6 |
| 30 | 2,34 | 3,51 | 4,67 | 5,84 | 7,01 | 8,18 | 9,35 | 10,5 | 11,7 | 14,0 | 16,4 | 18,7 | 21,0 | 23.4 |
| 31 | 2,42 | 3,62 | 4,83 | 6,04 | 7,25 | 8,45 | 9,66 | 10,9 | 12,1 | 14,5 | 16,9 | 19,3 | 21,7 | 24.2 |
| 32 | 2,49 | 3,74 | 4,99 | 6,23 | 7,48 | 8,72 | 9,97 | 11,2 | 12,5 | 15,0 | 17,5 | 20,0 | 22,4 | 24.9 |
| 33 | 2,57 | 3,86 | 5,14 | 6,43 | 7,71 | 9,00 | 10,3 | 11,6 | 12,9 | 15,4 | 18,0 | 20,6 | 23,1 | 25.7 |
| 34 | 2,65 | 3,97 | 5,30 | 6,62 | 7,95 | 9,27 | 10,6 | 11,9 | 13,2 | 15,9 | 18,5 | 21,2 | 23.8 | 26.5 |
| 35 | 2,73 | 4,09 | 5,45 | 6,82 | 8,18 | 9,54 | 10,9 | 12,3 | 13,6 | 16,4 | 19,1 | 21,8 | 24,5 | 27.3 |
| 36 | 2,80 | 4,21 | 5,61 | 7,01 | 8,41 | 9,82 | 11,2 | 12,6 | 14,0 | 16,8 | 19,6 | 22,4 | 25,2 | 28.0 |
| 37 | 2,88 | 4,32 | 5,77 | 7,21 | 8,65 | 10,1 | 11,5 | 13,0 | 14,4 | 17,3 | 20,2 | 23,1 | 25.9 | 28.8 |
| 38 | 2,96 | 4,44 | 5,92 | 7,40 | 8,88 | 10,4 | 11,8 | 13,3 | 14,8 | 17,8 | 20,7 | 23,7 | 26,6 | 29.6 |
| 39 | 3,04 | 4,56 | 6,08 | 7,60 | 9,11 | 10,6 | 12,2 | 13,7 | 15,2 | 18,2 | 21,3 | 24,3 | 27,3 | 30.4 |
| 40 | 3,12 | 4,67 | 6,23 | 7,79 | 9,35 | 10,9 | 12,5 | 14,0 | 15,6 | 18,7 | 21,8 | 24,9 | 28,0 | 31.2 |
| 41 | 3,19 | 4,79 | 6,39 | 7,99 | 9,58 | 11,2 | 12,8 | 14,4 | 16,0 | 19,2 | 22,4 | 25,6 | 28,8 | 31,9 |
| 42 | 3,27 | 4,91 | 6,54 | 8,18 | 9,82 | 11,5 | 13,1 | 14,7 | 16,4 | 19,6 | 22,9 | 26,2 | 29,5 | 32.7 |
| 43 | 3,35 | 5,03 | 6,70 | 8,37 | 10,1 | 11,7 | 13,4 | 15,1 | 16,8 | 20,1 | 23,5 | 26,8 | 30,2 | 33,5 |
| 44 | 3,43 | 5,14 | 6,86 | 8,57 | 10,3 | 12,0 | 13,7 | 15,4 | 17,1 | 20,6 | 24,0 | 27,4 | 30.9 | 34.3 |
| 45 | 3,51 | 5,26 | 7,01 | 8,76 | 10,5 | 12,3 | 14,0 | 15,8 | 17,5 | 21,0 | 24,5 | 28,0 | 31,6 | 35.1 |
| 46 | 3,58 | 5,38 | 7,17 | 8,96 | 10,8 | 12,5 | 14,3 | 16,1 | 17,9 | 21,5 | 25,1 | 28,7 | 32,3 | 35.8 |
| 47 | 3,66 | 5,49 | 7,32 | 9,15 | 11,0 | 12,8 | 14,7 | 16,5 | 18,3 | 22,0 | 25,6 | 29,3 | 33,0 | 36,6 |
| 48 | 3,74 | 5,61 | 7,48 | 9,35 | 11,2 | 13,1 | 15,0 | 16,8 | 18,7 | 22,4 | 26,2 | 29,9 | 33,7 | 37,4 |
| 49 | 3,82 | 5,73 | 7,63 | 9,54 | 11,5 | 13,4 | 15,3 | 17,2 | 19,1 | 22,9 | 26,7 | 30,5 | 34,4 | 38.2 |
| 50 | 3,90 | 5,84 | 7,79 | 9,74 | 11,7 | 13,6 | 15,6 | 17,5 | 19,5 | 23,4 | 27,3 | 31,2 | 35,1 | 39.0 |

# Abschnitt XVI.

## Pumpen und Compressoren.

---

## a. Wasserpumpen.

Es bezeichne:

$Q$ das zu hebende Wasserquantum in cbm pr. Minute,
$D$ den Durchmesser des Pumpenkolbens in m,
$F$ den wirksamen Querschnitt des Pumpenkolbens in qm,
$s$ den Kolbenhub in m,
$n$ die Anzahl der Doppelhübe resp. Umdrehungen pr. Min.,
$c$ die Kolbengeschwindigkeit in m pr. Min.,
$\varphi = 0{,}8$ bis 0,9 den Wirkungsgrad der Pumpe,

so ist für:

| **einfach** wirkende Pumpen | **doppelt** wirkende Pumpen |
| --- | --- |
| $Q = F s n \varphi = \frac{D^2 \pi}{4} \frac{c}{2} \varphi$ | $Q = F 2 s n \varphi = D^2 \frac{\pi}{4} c \varphi$ |
| $D = \sqrt{\frac{8 Q}{\pi c \varphi}}$ | $D = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi c \varphi}}$ |

Die mittlere **Kolbengeschwindigkeit** $c$ nehme man 10 bis 30 m pr. Min.

Die **Wassergeschwindigkeit** in den Saug- und Druckröhren betrage etwa 1 m pro Sec., im Maximum 1,5 m. Je länger die Leitungen, desto kleiner sollen die Wassergeschwindigkeiten genommen werden.

In den **Ventilen** betrage die Wassergeschwindigkeit nicht über 1 m pr. Sec. Den **Hub der Ventile** nehme man etwa $^1/_4$ bis $^1/_7$ vom Durchmesser.

Den **Saugwindkessel** soll man nach Riedler*) nahe unterhalb der Saugventile anbringen und das Luftvolumen des Windkessels gleich dem fünf- bis zehnfachem Hubvolumen der Pumpe machen.

Der **Druckwindkessel** ist möglichst nahe an die Druckventile zu legen und das Luftvolumen des Druckwindkessels soll mindestens gleich dem 6 bis 12fachen Hubvolumen der Pumpe sein.

Je länger die Leitungen sind, um so grösser sollen die Windkessel sein.

Der **Kraftbedarf** in Pferdekräften

$$K = \eta \frac{H Q 1000}{75 \cdot 60} = 0{,}22 \, \eta \, H Q,$$

worin bedeutet:

$H$ Druckhöhe plus Saughöhe in m,
$\eta = 1{,}2 - 1{,}5$ je nach der Güte der Pumpe.

---

*) Taschb. d. Hütte 1889.

# Werte der Gefällverluste $h$

## in den Wasserleitungsröhren (für $L = 100$ m Rohrlänge),

$v$ Wassergeschwindigkeit in m pro Sec., $d$ Rohrdurchmesser in mm.

### Tabelle 198.

| $v$ | Rohrdurchmesser $d$ | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | 1000 |
| 0,25 | 0,4 | 0,26 | 0,19 | 0,15 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | — | — |
| 0,50 | 1,8 | 1,0 | 0,78 | 0,61 | 0,50 | 0,42 | 0,32 | 0,20 | 0,14 | 0,10 | 0,07 | 0,05 | 0,02 |
| 0,75 | 3,8 | 2,3 | 1,8 | 1,35 | 1,1 | 0,9 | 0,75 | 0,45 | 0,32 | 0,21 | 0,15 | 0,12 | 0,05 |
| 1,00 | 7,1 | 4,2 | 3,1 | 2,5 | 2,0 | 1,7 | 1,3 | 0,8 | 0,58 | 0,38 | 0,27 | 0,21 | 0,1 |
| 1,25 | 9,8 | 6,5 | 3,85 | 3,8 | 3,1 | 2,65 | 2,0 | 1,25 | 0,90 | 0,6 | 0,45 | 0,35 | 0,15 |
| 1,50 | 16 | 9,5 | 7,0 | 5,5 | 4,5 | 3,8 | 2,9 | 1,8 | 1,3 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,2 |
| 2,00 | 30 | 17,0 | 12,5 | 9,8 | 8,0 | 6,7 | 5,1 | 3,2 | 2,3 | 1,5 | 1,0 | 0,9 | 0,4 |

**Beispiel**: Eine Pumpe ist vom Brunnen $L = 200$ m entfernt. Der Rohrdurchmesser $d$ der Saugleitung ist 100 mm. Die Wassergeschwindigkeit $v = 1{,}25$ m pro Sec. Nach Tabelle 198 beträgt der Gefällverlust $h = \frac{200}{100} \cdot 2 = 4$ m. Wenn also die Pumpe direct über dem Brunnen steht, kann sie eine 4 m grössere Saughöhe vertragen.

**Allgemeines.**

Die Saugeleitungen sollen nach der Pumpe zu steigen. Der sogenannte schädl. Raum soll möglichst klein sein. Man hat also vor allem darauf su achten, dass das Saugventil so nahe als es die Construction zulässt, an dem Druckventil sitzt; und der unbearbeitete Teil bei Plungern nicht zu weit ist.

Bei Saug- und Druckröhren, die auf- oder absteigen, sammelt sich an hochgelegenen Stellen Luft an, die durch Lufthähne entfernt werden muss.

Ursachen eines schlechten Pumpenbetriebes können sein: Undichte Kolben, schlecht verpackte Stopfbüchsen, undichte Röhren, Klappen und Ventile, verstopfte Saugröhren, zu grosse schädl. Räume.

Jedes Saugrohr soll mit einem Saugkorb versehen sein, dessen Durchgangsquerschnitt gleich dem 2,5- bis 3-fachen Saugrohrquerschnitt zu nehmen ist.

# Tabelle der Wandstärken für guss-

Die Wandstärken sind berechnet nach der Formel

mit Erhöhung des bei $D$ stehenden Faktors

Die Weisbach'sche Formel $\delta = 0{,}00238\ p \cdot D + 8{,}6$ mm

| Lichter Drchm. des Rohres $D$ | $\delta = 0{,}025\ D + 8$ mm | $\delta = 0{,}036\ D + 8$ mm | $\delta = 0{,}048\ D + 8$ mm | $\delta = 0{,}060\ D + 8$ mm | $\delta = 0{,}072\ D + 8$ mm | $\delta = 0{,}096\ D + 8$ mm |
|---|---|---|---|---|---|---|
| mm | $\delta$ für $p = 10$ | $\delta$ für $p = 15$ | $\delta$ für $p = 20$ | $\delta$ für $p = 25$ | $\delta$ für $p = 30$ | $\delta$ für $p = 40$ |
| 40 | 9 | 9,5 | 10 | 10,5 | 11 | 12 |
| 50 | 9,5 | 10 | 10,5 | 11 | 11,5 | 13 |
| 60 | 9,5 | 10 | 11 | 11,5 | 12,5 | 14 |
| 70 | 10 | 10,5 | 11,5 | 12 | 13 | 14,5 |
| 80 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15,5 |
| 90 | 10,5 | 11,5 | 12,5 | 13,5 | 14,5 | 16,5 |
| 100 | 10,5 | 11,5 | 13 | 14 | 15,5 | 17,5 |
| 125 | 11 | 12,5 | 14 | 15,5 | 17 | 20 |
| 150 | 12 | 13,5 | 15,5 | 17 | 19 | 22,5 |
| 175 | 12,5 | 14,5 | 16,5 | 18,5 | 20,5 | 25 |
| 200 | 13 | 15 | 18 | 20 | 22,5 | 27 |
| 225 | 13,5 | 16 | 19 | 21,5 | 24 | 29,5 |
| 250 | 14,5 | 17 | 20 | 23 | 26 | 32 |
| 275 | 15 | 18 | 21,5 | 24,5 | 28 | 34,5 |
| 300 | 15,5 | 19 | 23 | 26 | 29,5 | 37 |
| 325 | 16 | 20 | 24 | 27,5 | 31,5 | 39 |
| 350 | 17 | 21 | 25 | 29 | 33 | 41,5 |
| 375 | 17,5 | 21,5 | 26 | 30,5 | 35 | 44 |
| 400 | 18 | 22,5 | 27 | 32 | 37 | 46,5 |
| 425 | 18,5 | 23 | 28,5 | 33,5 | 38,5 | |
| 450 | 19,5 | 24 | 29,5 | 35 | 40,5 | |
| 475 | 20 | 25 | 31 | 36,5 | 42 | |
| 500 | 21 | 26 | 32 | 38 | 44 | |
| 550 | 22 | 28 | 34,5 | 41 | | |
| 600 | 23 | 29,5 | 37 | 44 | | |
| 650 | 24,5 | 31,5 | 39 | | | |
| 700 | 26 | 33 | 41,5 | | | |
| 750 | 27 | 35 | 44 | | | |

in Mülheim a/d. Ruhr.

# eiserne Röhren bei hohem Druck.

$$\delta = D \cdot \frac{1}{2}\frac{p}{k}\left[1 + \frac{1}{2}\frac{p}{k} + \frac{1}{6}\left(\frac{p}{k}\right)^2\right] + C$$

nach nebenstehender Curve *b*.

liefert übereinstimmende Stärken.

| $\delta = 0{,}120\,D + 8$ mm | $\delta = 0{,}144\,D + 8$ mm | $\delta = 0{,}168\,D + 8$ mm | $\delta = 0{,}180\,D + 8$ mm |
|---|---|---|---|
| $\delta$ für $p = 50$ | $\delta$ für $p = 60$ | $\delta$ für $p = 70$ | $\delta$ für $p = 75$ |
| 13 | 14 | 15,5 | 15,5 |
| 14 | 15 | 16,5 | 17 |
| 15 | 16,5 | 18 | 19 |
| 16,5 | 18 | 20 | 20,5 |
| 17,5 | 19,5 | 21,5 | 22,5 |
| 19 | 21 | 23 | 24 |
| 20 | 22,5 | 25 | 26 |
| 23 | 26 | 29 | 30,5 |
| 26 | 29,5 | 33 | 35 |
| 29 | 33 | 37,5 | |
| 32 | 37 | 41,5 | |
| 35 | 40.5 | | |
| 38 | 44 | | |
| 41 | | | |
| 44 | | | |

$\delta$ = Wandstärke
$D$ = lichter Durchmesser
$p$ = Druck in kg pr. qcm
$k$ = zulässige Beanspruchung d. Materials auf Zug = 250
$C$ = Const. = 8.

**Für einen geringeren Druck als 10 Atmosphären empfiehlt es sich, die Wandstärke entsprechend 5 bis 20 % zu vermindern.**

**Für $p = 5$ ist $\delta = 0{,}014\,D + 8$ mm.**

Fig. 1124.

75 Atm. 70 60 50 40 30 25 20 15 10 0
a
b

*a.* Curve, den in obiger Formel bei *D* stehenden Faktor darstellend,

*b.* Linie, den der Berechnung der Wandstärken zu Grunde gelegten, bei *D* stehenden Faktor darstellend.

**Fig. 1125—1126. A. L. G. Dehne, Halle a/S.**

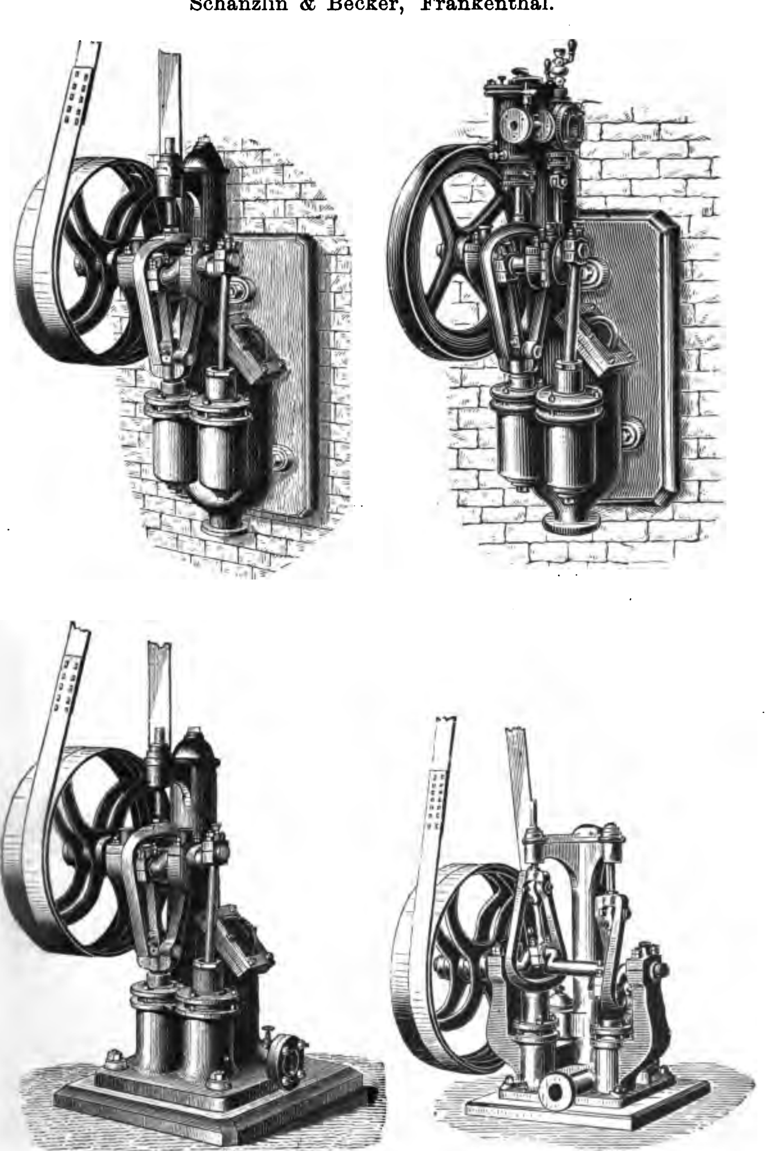
Fig. 1125.

Fig. 1126.

Fig. 1127.

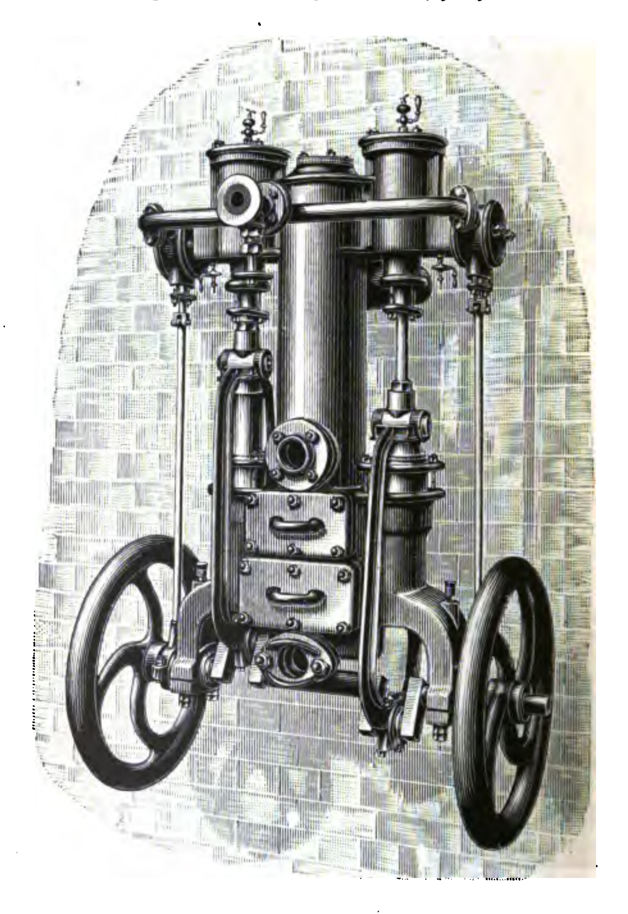
**E. Leutert, Halle a/S.**

Fig. 1128—1131. Maschinen- & Armaturfabrik vorm. Klein, Schanzlin & Becker, Frankenthal.



Wolff & Meinel, Halle a/S.

Fig. 1132, **Zwillings-Wanddampfpumpe.**



Wolff & Meinel, Halle a/S.

Fig. 1133. **Stehende Compound-Dampfpumpe mit Condensation.**

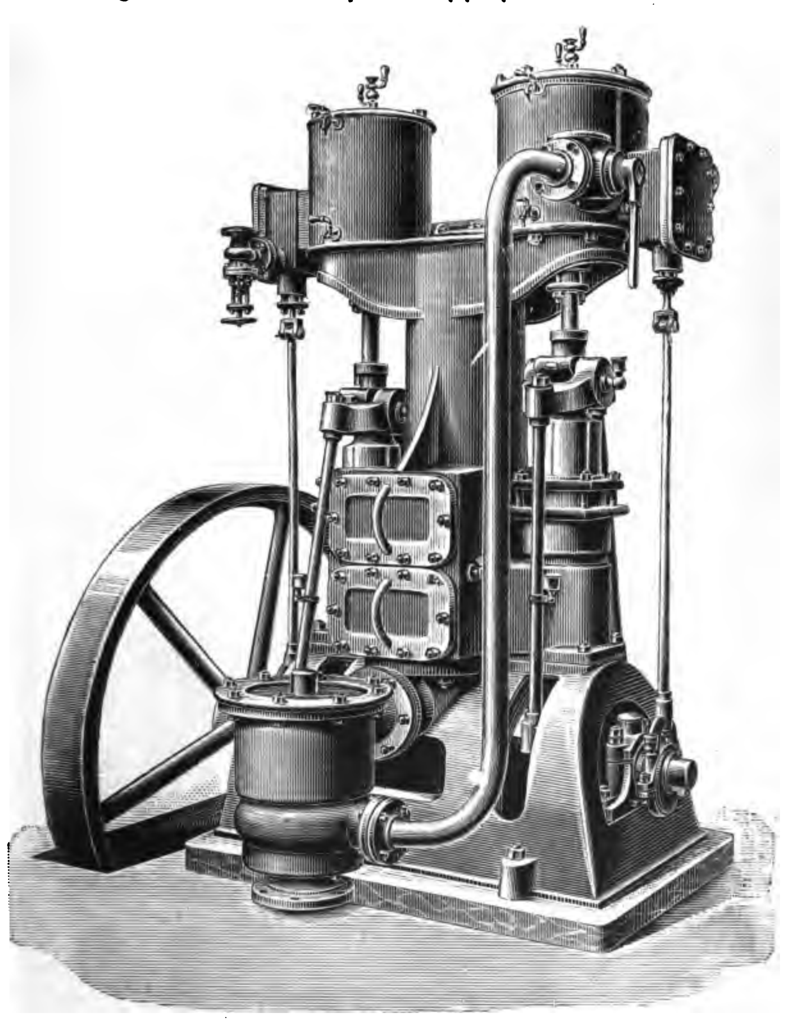


Fig. 1134—1139. Worthington-Pumpen-Compagnie, Berlin C.

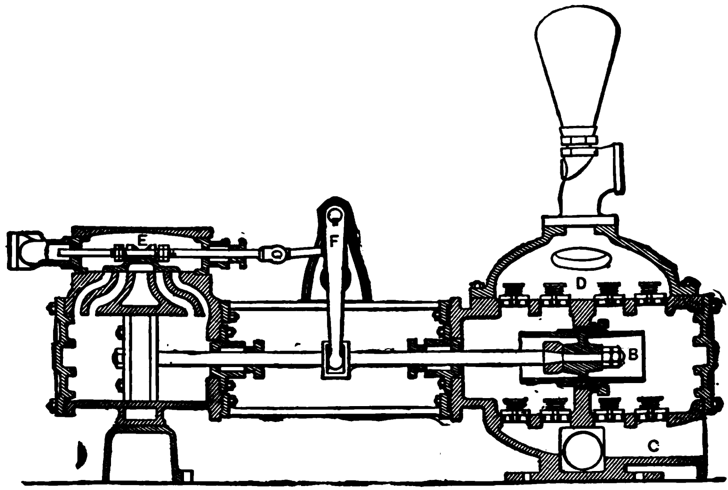



Fig. 1134.




Fig. 1135.



Fig. 1136.

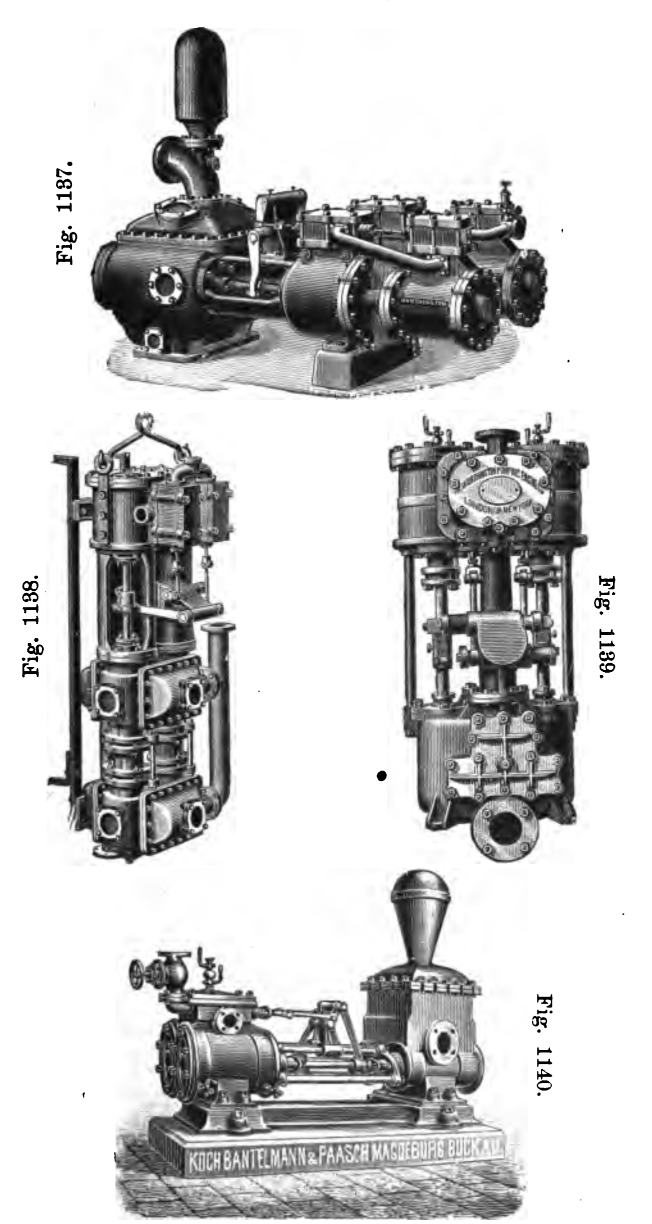



Fig. 1137.

Fig. 1138.

Fig. 1139.

Fig. 1140.

Fig. 1140. Koch, Bantelmann & Paasch, Magdeburg-Buckau.

Fig. 1141. Wolff & Meinel, Halle a/S.

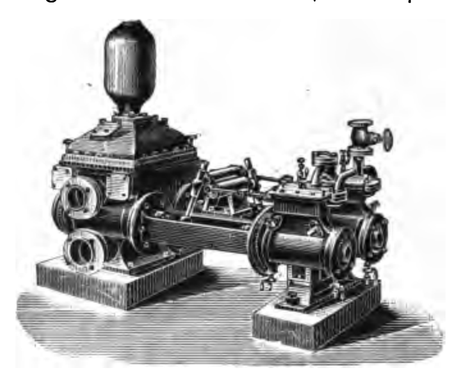
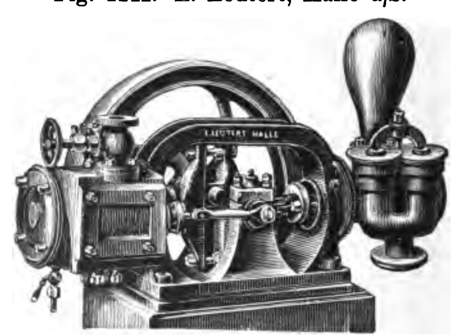


Fig. 1142. E. Leutert, Halle a/S.



# Hand-Speisepumpen.

**Tabelle 200.** Dimensionen und Preise.

| Kolben- | | Leistung in Litern pr. Min. | Durchmesser der Saug- und Druckrohre | Preis der Pumpe. |
|---|---|---|---|---|
| Durchmesser mm | Hub mm | | mm | Mk. |
| 30 | 100 | **3** | 20 | 35 |
| 40 | 100 | **6** | 25 | 45 |
| 50 | 140 | **12** | 30 | 55 |
| 65 | 140 | **24** | 40 | 75 |

# Dampf-Speisepumpen.

**Tabelle 201.** Dimensionen und Preise.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Durchm. der Plungerkolben . . | 70 | 85 | 100 | 125 | 150 | 175 |
| „ „ Dampfcylinder . . | 120 | 130 | 150 | 175 | 200 | 230 |
| Hub . . . . . . . . . . . . . | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 |
| Tourenzahl . . . . . . . . . | 120 | 95 | 85 | 70 | 60 | 55 |
| Leistung pr. Minute . . . . . | 50 | 70 | 120 | 180 | 250 | 350 |
| Genügt zum Speisen von Dampfkesseln bis Pferdekräfte . . | **40** | **60** | **100** | **150** | **220** | **300** |
| Lichte Weite des Saugrohres . | 50 | 60 | 80 | 90 | 110 | 130 |
| „ „ „ Druckrohres . | 40 | 50 | 65 | 80 | 90 | 100 |
| „ „ d. Dampfzuleitung | 20 | 26 | 26 | 33 | 33 | 40 |
| „ „ „ Dampfableitung | 26 | 33 | 33 | 40 | 40 | 50 |
| Ungefähres Gewicht . . . . . | 350 | 450 | 550 | 700 | 1200 | 1300 |
| Preis der Dampfpumpen . . . | 450 | 550 | 700 | 900 | 1000 | 1200 |

Zwillings-Dampfpumpen leisten das Doppelte und kosten das 1,5 fache.

## b. Luftcompressionsmaschinen.

Es bezeichne:

$Q$ das effectiv angesaugte Luftquantum in cbm pr. Min.,
$p_I$ die Spannung des angesaugten Luftquantums in At. abs.
$c$ die mittlere Kolbengeschwindigkeit in m pr. Min.,
$F$ den wirksamen Querschnitt des Luftcylinders in qm,
$\varphi = 0{,}8 - 0{,}95$ den volumetrischen Wirkungsgrad, das Verhältnis des wirklich angesaugten zum theoretischen Luftquantum, je nach der Güte der Luftpumpe; dann ist das effectiv angesaugte Luftquantum einer doppeltwirkenden Luftcompressionsmaschine: $Q = F c \varphi$ cbm pr. Min.

Bedeutet ferner noch:

$q$ das Volumen der auf $p$ At. abs. gepressten Luftmenge $Q$ in cbm pr. Min. (von derselben Temperatur).

Dann ist: $$\frac{Q}{q} = \frac{p}{p_I}.$$

Beispiel: Der Luftcylinder eines Compressors hat 0,4 m Durchm. und 0,6 m Hub bei $n = 80$ Touren pr. Min., die Kolbenstange hat 0,06 m Durchm.

Es ergiebt sich: die Kolbengeschwindigkeit $c = 2 \cdot 0{,}6 \cdot 80 = 96$ m pr. Min., und die wirksame Kolbenfläche $F = \sim 0{,}123$ qm. Der volumetrische Wirkungsgrad sei $\varphi = 0{,}85$, so ist:

$$Q = 0{,}123 \cdot 96 \cdot 0{,}85 = \sim 10 \text{ cbm pr. Min.}$$

entsprechend $\frac{10}{5} = 2$ cbm Luft von 5 Abs. abs. Spannung.

Durch das Comprimieren der Luft von $t_0 = 20^0$ C. wird die Temperatur auf $t_c{}^0$. s. Tab. 202. erhöht

## Werte der Endtemperatur $t_c$ in Grad C.

### Tabelle 202.

| Compressionsdr. in At. abs. $t$ = | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperat. ohne Kühlung $t_c$ | 20 | 85 | 130 | 165 | 194 | 220 | 242 | 260 | 280 | 300 |
| „ m. Mantelkühlung | 20 | 34 | 54 | 75 | 100 | 125 | 150 | 170 | 200 | 220 |

# Der Kraftbedarf.

Für gewöhnliche Compressoren, welche aus atmosphärischer Luft ansaugen, kann der mittlere Kolbenwiderstand des Luftcylinders $(p_m)$ aus nachstehender Tabelle entnommen werden.

## Überschlagswerte des mittleren Kolbenwiderstandes $(p_m)$ in kg pro qcm.

### Tabelle 203.

| Enddruck in At. abs. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $(p_m)$ . . . . . . . | 0 | 0,8 | 1,1 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,8 |

Für das vorstehende Beispiel wäre also, wenn die Luftmenge von 1 At. abs. auf 5 At. abs. gedrückt würde, nach Tabelle 203 $(p_m) = 1{,}7$ und der Kraftbedarf

$$K = \frac{F\,c\,(p_m)}{75 \cdot 60} = \frac{1230 \cdot 96 \cdot 1{,}7}{75 \cdot 60} = \sim 43 \text{ Pfdst.}$$

Die genaue Feststellung des mittleren Kolbenwiderstandes $(p_m)$ muss in jedem Falle unter Berücksichtigung der Art der Pumpe sowie der Vollkommenheit der Kühlung erfolgen.

## Ungefährer Kraftbedarf in Pferdest., um 1 cbm pro Min. angesaugte Luft auf $p$ At. abs. zu pressen.

### Tabelle 204.

| Enddruck in At. abs. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kraftbedarf in Pfdst. | 0 | 2 | 2,8 | 3,5 | 4,3 | 4,8 | 5,3 | 5,8 | 6,3 | 7,0 |

Man unterscheidet: **Trockene Luftcompressoren** und solche mit **Einspritzvorrichtung,** bei ersteren wird die durch das Comprimieren erwärmte Luft mittelst eines um den Luftcylinder liegenden Kühlmantels, in welchem das Wasser cirkuliert, abgekühlt.

Die Kühlvorrichtung der Luftcompressoren mit Einspritzung wirkt derart, dass ein feiner Wasserstrahl, welcher sich in feinen Nebel zerstäubt, während der Saugperiode eingeführt wird.

## Hauptdimensionen, Gewichte und Preise von Luftcompressoren (kurz bauend).

### Tabelle 205.

| Durchmesser des Blascylinders mm | Durchmesser des Dampfcylinders mm | Hub mm | Tourenzahl pro Min. $n$ | Effectiv angesaugtes Luftquantum i. cbm p. M. $Q$ | Pferdest. bei 5 At. Überdr. Luftpressung | Gesamt-Gewicht kg | Preis Mk. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 250 | 300 | 350 | 110 | 3,3 | 15 | 3000 | 4000 |
| 300 | 350 | 400 | 105 | 5,2 | 25 | 4500 | 5000 |
| 350 | 400 | 450 | 100 | 7,6 | 35 | 6500 | 6500 |
| 400 | 450 | 500 | 95 | 10,4 | 45 | 9000 | 8500 |
| 450 | 500 | 600 | 90 | 13,6 | 60 | 12000 | 10000 |
| 500 | 550 | 650 | 85 | 18,8 | 80 | 15000 | 12000 |
| 550 | 600 | 700 | 80 | 23,4 | 100 | 18000 | 13500 |
| 600 | 675 | 750 | 75 | 27,8 | 120 | 21500 | 15000 |
| 650 | 750 | 800 | 70 | 33,3 | 145 | 25000 | 16500 |
| 700 | 800 | 900 | 65 | 39,6 | 170 | 28500 | 18000 |
| 800 | 900 | 1000 | 60 | 53 | 225 | 34000 | 21000 |

## Die Überströmung.

Bei jedem Hubwechsel des Compressors entweicht die im schädl. Raum sich befindliche gepresste Luft ins Freie, und sucht man diesen Verlust zu umgehen, indem die Luft auf die andere Kolbenseite geführt wird, und sich dort mit dem Saugvolumen mischt, dass also auf der Saugseite schon bei Beginn des Zusammenpressens eine höhere Spannung herrscht, als diejenige, welche der Compressor ansaugt. Man sucht also durch die **Überströmung** den Einfluss der schädl. Räume auf die Leistungsfähigkeit wegzuschaffen resp. zu verringern.

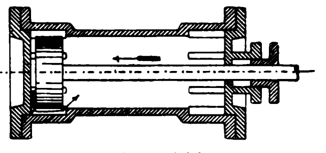
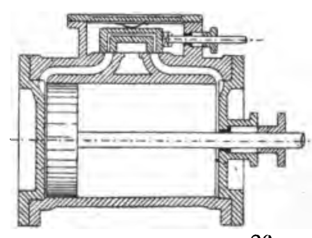


Fig. 1144.

Fig. 1145.



Prof. Wellner erreicht die Überströmung in der Weise, dass in der Cylinderwandung Kanäle

ausgespart sind, Fig. 1144, welche in der Nähe jeden Hubendes ein Überströmen der vom Kolben zusammengepressten Luft auf dessen Rückseite bewirken.

In dem in Fig. 1145 dargestellten Patent der Schieber-Luftcompressoren von Burckhardt & Weiss, Basel, findet die Überströmung durch einen extra in den Steuerschieber eingegossenen Kanal statt.

## Luftcompressions-Maschine, Fig. 1146—1149, von Rud. Meyer, Mülheim (Ruhr).




Fig. 1146. **Saugventil.**

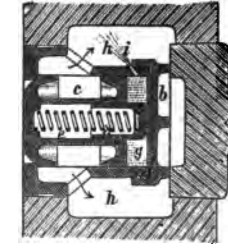



Fig. 1147. **Druckventil.**

Fig. 1146—1147. Die Luft-Cataract-Ventile, D. R.-P., bezwecken einen schnellen elastischen Rückgang des Kegels und verhindern den harten Aufschlag desselben.

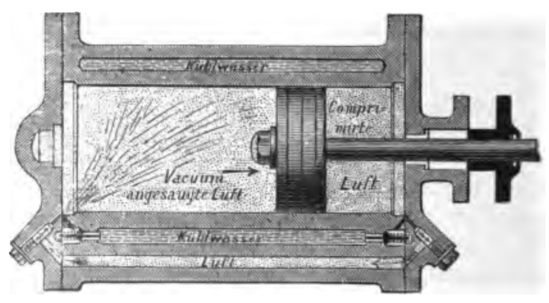



Fig. 1148.
Luftcylinder mit Mantel und Patent-Einspritzkühlung.

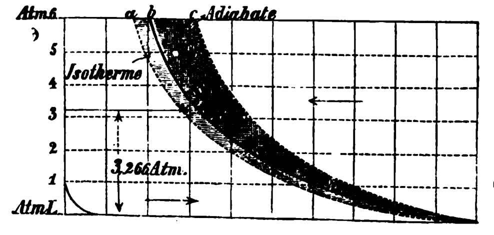
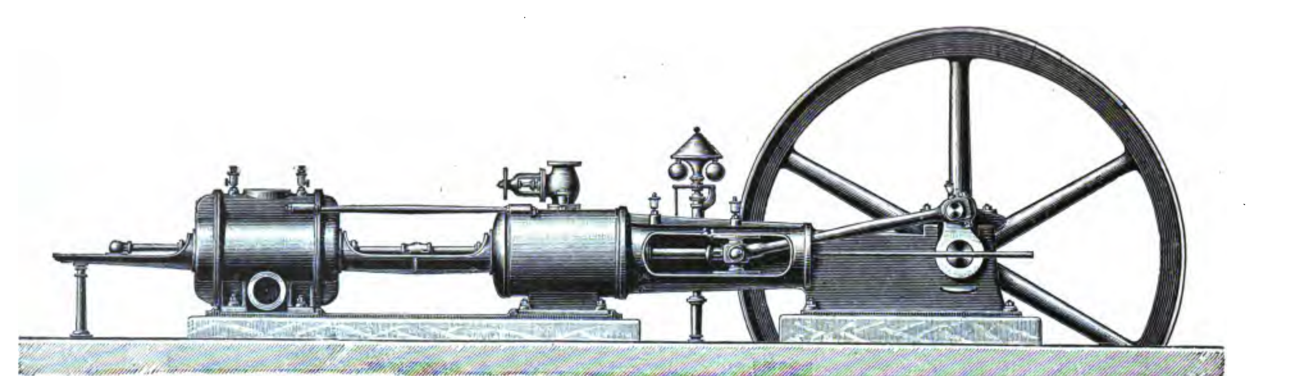



Fig. 1149.
Diagramm eines Luftcylinders mit Patent-Cataract-Ventilen.



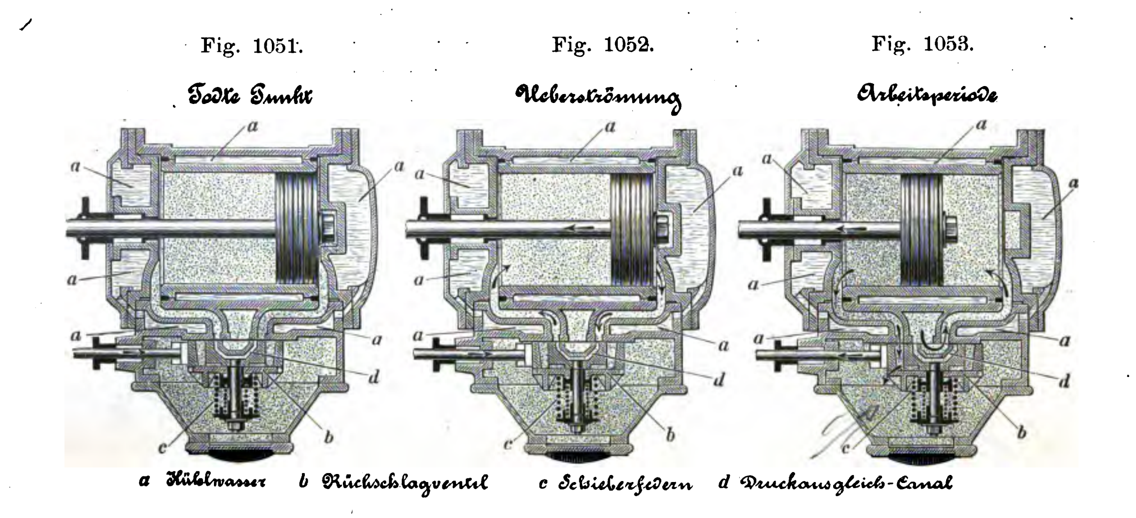
## Hauptdimensionen und Gewichte der Patent-Luftcompressoren Fig. 1150

von Rud. Meyer, Mülheim a/d. Ruhr.

### Tabelle 206.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Luftcylinderdurchmesser in mm | 250 | 350 | 300 | 350 | 400 | 450 | 600 | 650 |
| Dampfcylinderdurchmesser in mm | 350 | 350 | 400 | 400 | 500 | 500 | 700 | 700 |
| Gemeinschaftlicher Hub in mm | 500 | 500 | 650 | 650 | 860 | 860 | 1000 | 1000 |
| Touren pro Min. $n$ | 100 | 100 | 80 | 80 | 70 | 70 | 60 | 60 |
| Theoretisch angesaugtes Luftquantum in cbm pr. Min. $Q$ | 4,9 | 9,6 | 7,4 | 10,0 | 15,1 | 19,1 | 34,0 | 40,0 |
| Kolbengeschwindigkeit in m pro Sec. $c$ | 1,6 | 1,6 | 1,73 | 1,73 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 |
| Ungefähres Gesamtgewicht in kg | 5000 | 5500 | 8250 | 8700 | 14500 | 15500 | 25000 | 27000 |

# Blascylinder mit äusserer Kühlung. Pat. Burckhardt & Weiss.




Wie aus den Figuren ersichtlich, geschieht die Überströmung in der Weise, dass die am Hubende auf der jeweiligen Druckseite im schädl. Raum comprimierte Luft beim Hubwechsel durch den Überströmkanal nach der Saugseite übergeleitet, und von dort beim nächsten Hub nutzbar weiter gedrückt wird.

Fig. 1154.

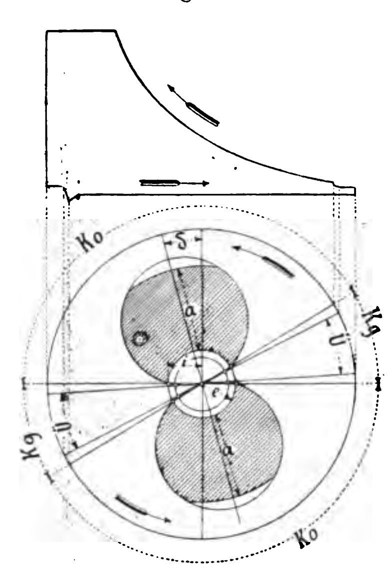



Fig. 1154 zeigt das Schieber- und Dampf-Diagramm eines Schieberluftcompressors mit Überströmung von Burckhardt & Weiss, Basel.

Es bezeichnet in Fig. 1154

$K_o$ Kanäle geöffnet,
$K_g$ Kanäle geschlossen,
$\ddot{U}$ Überströmung,
$a$ Kanalweite,
$\delta$ Voreilwinkel,
$e$ äussere Deckung, }
$i$ innere Deckung, } $e = i$.

Der Radius des inneren Kreises, durch welchen Beginn und Ende der Überströmung bestimmt sind, ist gleich der Weite des Überströmkanales Fig. 1145 zu nehmen.

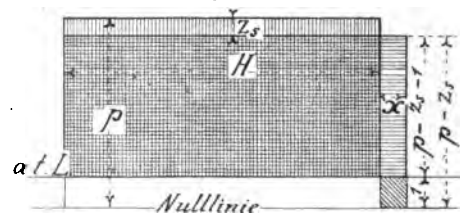
Ausführliche Abhandlung der Compressoren Burckhardt & Weiss s. Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. 1885 Seite 929.

# Nachtrag.

Betrifft Seite 322.

## Bestimmung des Arbeitsverlustes durch Spannungsabfall in langen Rohrleitungen.

Fig. 1155.




### I. **Volldruckmaschinen** ohne Condensation.

Es bedeutet im Diagramm Fig. 1155:

$F_a = H\,(p - 1)$ den nutzbaren Dampf bei Eintritt in die Leitung (die vertical schraffierte Fläche),

$F_e = (H + x) \cdot (p - z_s - 1)$ den nutzbaren Dampf beim Austritt aus der Leitung (die horizontal schraffierte Fläche),

so ist der Dampfverlust durch Spannungsabfall:

$$F_v = F_a - F_e = H(p - 1) - (H + x) \cdot (p - z_s - 1) \quad . \quad (1)$$

Inbezug auf die abs. Dampfmenge ist:

$$pH = (p - z_s)\;(H + x) \text{ und}$$

$$x = \frac{z_s\,H}{p - z_s} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

Diesen Wert in Gl. (1) eingeführt und $H = 1$ gesetzt, ergiebt nach gehörigen Reductionen:

$$F_v = x = \frac{z_s}{p - z_s} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

Dieser Verlust ist im Diagramm durch die Fläche $x \cdot 1$ dargestellt und schräg schraffiert.

Der Arbeitsverlust durch Spannungsabfall lässt sich ausdrücken durch einen ideellen Dampfverlust in kg pro Stunde und beträgt demnach:

$$V_s = 3600\, d^2 \frac{\pi}{4}\, u\, \gamma \frac{F_v}{F_a} = 3600\, d^2 \frac{\pi}{4}\, u\, \gamma \frac{z_s}{(p - z_s)\,(p - 1)}.$$

II. **Expansionsmaschinen** ohne Condensation.

Handelt es sich um eine Expansionsmaschine, so ist die aus dem Dampfverbrauch resultierende **mittlere** Dampfgeschwindigkeit und Dampfmenge in Rechnung zu bringen. Der ganze Inhalt der Rohrleitung kann als Reservoir angesehen werden, und wird die Dampfgeschwindigkeit beim Eintritt in die Leitung constant sein, dagegen beim Eintritt in die Maschine abwechselnd von Null bis zu einem Maximum steigen.

Es bedeute noch, für ein und dasselbe Diagramm, also gleiche Endspannung:

$p_m$ den mittl. Kolbenüberdruck ohne Spannungsabfall
$p_m'$ „ „ „ mit „

so ist: $V_s = 3600\, d^2 \frac{\pi}{4}\, u\, \gamma \frac{p_m - p_m'}{p_m}$ kg pr. St.

Soll der Verlust durch Spannungsabfall möglichst vermieden werden, so ist am Ende der Leitung kurz vor der Maschine ein Dampfreservoir anzubringen.

1. Beispiel: Eine Dampfmaschine von 100 indiz. Pfdst. verbraucht pro Stunde 1300 kg $= \sim$ 360 cbm Dampf von 6 At. Überdruck. Es soll der günstigste Rohrdurchmesser für 500 m und 100 m Leitungslänge bestimmt werden.

Vorerst sei angenommen:

Dampfgeschwindigkeit $u = 10$ m pro Sec., dann ist:

der Rohrquerschnitt $d^2 \frac{\pi}{4} = \frac{360}{3600 \cdot 10} = 0{,}01$ qm,

daraus $d = 0{,}115$ m, also $\frac{l}{d} = \frac{500}{0{,}115} = 4350$,

**Druckverlust** pro $\frac{l}{d} = 100$ n. Tab. 155 . . $z = 0{,}005$ At.,

„ „ $\frac{l}{d} = 4350$; $z_s = 0{,}005 \frac{4350}{100} = 0{,}22$ At.

Ideeller **Dampfverlust** durch Spannungsabfall in kg pro Stunde:

$$V_s = 3600\, d^2 \frac{\pi}{4}\, u\, \gamma \frac{p_m - p_m'}{p_m}$$
$$= 3600 \cdot 0{,}01 \cdot 10 \cdot 3{,}62 \cdot 0{,}015 = 20 \text{ kg}$$

Ganze Rohr-Innenfläche $f = 0{,}115 \cdot \pi \cdot 500 = 185$ qm.
Condensationswasser pr. St. $V_c = 185 \cdot 1{,}5 = \sim 280$ kg.
Also **Gesamtverlust** $V_g = V_s + V_c = 20 + 280 = 300$ kg p. St.
Verlust in Prozenten der durchgehenden Dampfmenge: $\frac{300 \cdot 100}{1300} = 23\,\%$.

Nun rechnet man noch für andere Dampfgeschwindigkeiten die Verluste und entwirft ein Schema.

| $u$ | $d^2\frac{\pi}{4}$ | $d$ | $\frac{l}{d}$ | $z$ | $z_s$ | $V_s$ | $f$ | $V_c$ | $V_g$ | Gesamt-Dampf-Verlust in pCt. | Kosten der Leitung Mk. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $N_i = 100$, Dampfüberdruck 6 At., Dampf = 1300 kg pro Std., **Länge der Leitung** 500 m | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0,010 | 0,115 | 4350 | 0,005 | 0,22 | 20 | 185 | 280 | 300 | 23 | 7000 |
| 15 | 0,0066 | 0,090 | 5550 | 0,012 | 0,651 | 60 | 141 | 212 | 272 | 21 | 6000 |
| 20 | 0,0050 | 0,080 | 6250 | 0,022 | 1,375 | 140 | 126,5 | 190 | 330 | 25 | 5000 |
| 30 | 0,0033 | 0,065 | 7700 | 0,050 | 3,85 | 550 | 102 | 150 | 700 | 54 | 4000 |
| $N_i = 100$, Dampfüberdruck 6 At., Dampf = 1300 kg pro Std. **Länge der Leitung** 100 m | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0,010 | 0,115 | 870 | 0,005 | 0,044 | 3 | 36 | 54 | 57 | 4,4 | 1500 |
| 15 | 0,0066 | 0,090 | 1110 | 0,012 | 0,130 | 8 | 28 | 42 | 50 | 3,8 | 1200 |
| 20 | 0,0050 | 0,080 | 1250 | 0,022 | 0,275 | 30 | 25 | 37,5 | 67 | 5,2 | 1000 |
| 30 | 0,0033 | 0,065 | 1540 | 0,050 | 0,770 | 70 | 20 | 30 | 100 | 7,7 | 800 |
| 45 | 0,0022 | 0,055 | 1820 | 0,112 | 2,038 | 260 | 17 | 25,5 | 285 | 22 | 700 |

Ein Vergleich der Resultate für 500 m Rohrlänge zu 100 m Rohrlänge zeigt, dass das Minimum der Verluste in beiden Fällen zwischen 15 und 20 m Dampfgeschwindigkeit pro Secunde eintreten wird, und dass es bei 500 m Rohrlänge 21 %, bei 100 m Rohrlänge 3,8 % beträgt, sowie dass mit der Länge der Leitung der Verlust ganz bedeutend wächst. Für eine Rohrlänge von 500 m ist, wie aus der Tabelle ersichtlich, eine Dampfgeschwindigkeit von 30 m unzulässig, da in diesem Falle ein Spannungsabfall von 3,85 At., entsprechend einem Gesamtverluste von 54 % stattfindet.

2. Beispiel: Für eine Dampfmaschine von 0,5 m Cylinder-Durchmesser, 2,1 m Kolbengeschwindigkeit pro Secunde und 3 At. Überdruck ist für verschiedene Leitungslängen und Füllungsgrade ein Schema zur Wahl des Rohrdurchmessers zu entwerfen und zwar:

a. Länge der Leitung 500 m, Maschine volle Füllung.
b. „ „ „ 500 m, „ 1/2 „
c. „ „ „ 100 m, „ 1/2 „

| $u$ | $d^2 \frac{\pi}{4}$ | $d$ | $\frac{l}{d}$ | $z$ | $z_s$ | $V_s$ | $f$ | $V_c$ | $V_g$ | Gesamt Dampfverlust i. pCt | Kosten der Leitung Mk. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a. Dampfüberdruck 3 At., Dampf 3100 kg = 1440 cbm pro Stunde, volle Füllung, **Länge der Leitung** = 500 m. | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0,039 | 0,225 | 2220 | 0,003 | 0,065 | 17 | 355 | 533 | 550 | 18 | 16000 |
| 15 | 0,026 | 0,180 | 2777 | 0,007 | 0,194 | 52 | 283 | 425 | 477 | 15 | 13000 |
| 20 | 0,019 | 0,155 | 3225 | 0,013 | 0,420 | 118 | 245 | 368 | 486 | 16 | 11000 |
| 30 | 0,013 | 0,130 | 3846 | 0,029 | 1,115 | 387 | 205 | 308 | 695 | 23 | 9000 |
| b. Dampfüberdruck 3 At., Dampf 1550 kg = 720 cbm pro Stunde, halbe Füllung, **Länge der Leitung** = 500 m. | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0,019 | 0,160 | 3125 | 0,003 | 0,094 | 30 | 251 | 377 | 407 | 26 | 10000 |
| 15 | 0,013 | 0,130 | 3846 | 0,007 | 0,269 | 90 | 204 | 306 | 396 | 25 | 8000 |
| 20 | 0,010 | 0,110 | 4545 | 0.013 | 0,591 | 230 | 173 | 260 | 490 | 31 | 6500 |
| 30 | 0,006 | 0,090 | 5550 | 0,029 | 1.609 | 680 | 141 | 212 | 892 | 57 | 4000 |
| c. Dampfüberdruck 3 At., Dampf 1550 kg = 720 cbm pro Stunde. halbe Füllung, **Länge der Leitung** = 100 m. | | | | | | | | | | | |
| 10 | 0,019 | 0,160 | 625 | 0,003 | 0,019 | 8 | 50 | 75 | 83 | 5,3 | 2400 |
| 15 | 0,013 | 0,130 | 769 | 0,007 | 0,054 | 20 | 41 | 62 | 82 | 5,3 | 1800 |
| 20 | 0,010 | 0,110 | 909 | 0,013 | 0.118 | 40 | 35 | 53 | 93 | 6,0 | 1500 |
| 30 | 0,006 | 0,090 | 1110 | 0,029 | 0,322 | 100 | 28 | 42 | 142 | 9,2 | 800 |
| 45 | 0,004 | 0.075 | 1330 | 0,066 | 0.878 | 320 | 24 | 36 | 356 | 23 | 700 |

## III. **Condensationsmaschinen.**

Zur Bestimmung des ideellen Dampfverlustes bei Condensationsmaschinen ist ebenfalls die Dampfgeschwindigkeit in der Leitung nach dem **Dampfverbrauch** der Maschine (und nicht nach der mittleren Kolbengeschwindigkeit) einzusetzen. $V_s$ fällt hier kleiner aus, als bei Auspuffmaschinen und muss für jeden Fall extra ermittelt werden.

Betrifft Seite 275.

## Die Einspritz-Wassermenge bei Condensation.

Als **Maximal-Einspritz-Wassermenge** bei Condensations-Maschinen kann das **30 fache** des verbrauchten Dampfgewichtes angenommen werden.

Die Maschine $D = 400$, $H = 700$, $n = 85$ mit Condensation verbraucht nach Tabelle 134 an Dampf $70 \cdot 12{,}5 = 875$ kg pro Stunde, die Maximal-Einspritz-Wassermenge wäre also:

$$875 \cdot 30 = 26250 \text{ l} = \sim 26 \text{ cbm pro Stunde.}$$

Ist **nicht genügend** Wasser vorhanden, so begnügt man sich unter Umständen auch mit der Hälfte des obigen Wertes und nimmt ein etwas geringeres Vacuum in Kauf.



























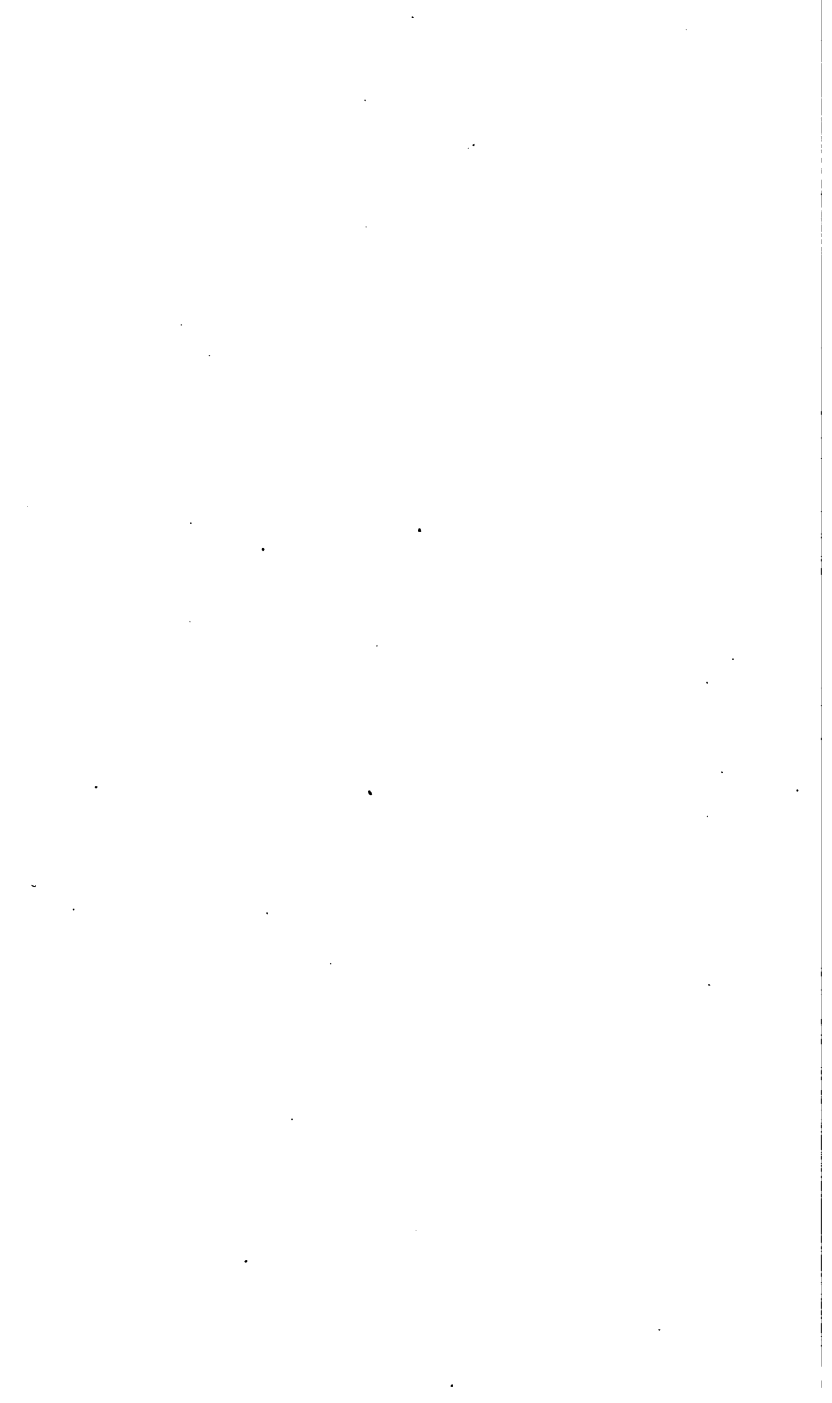




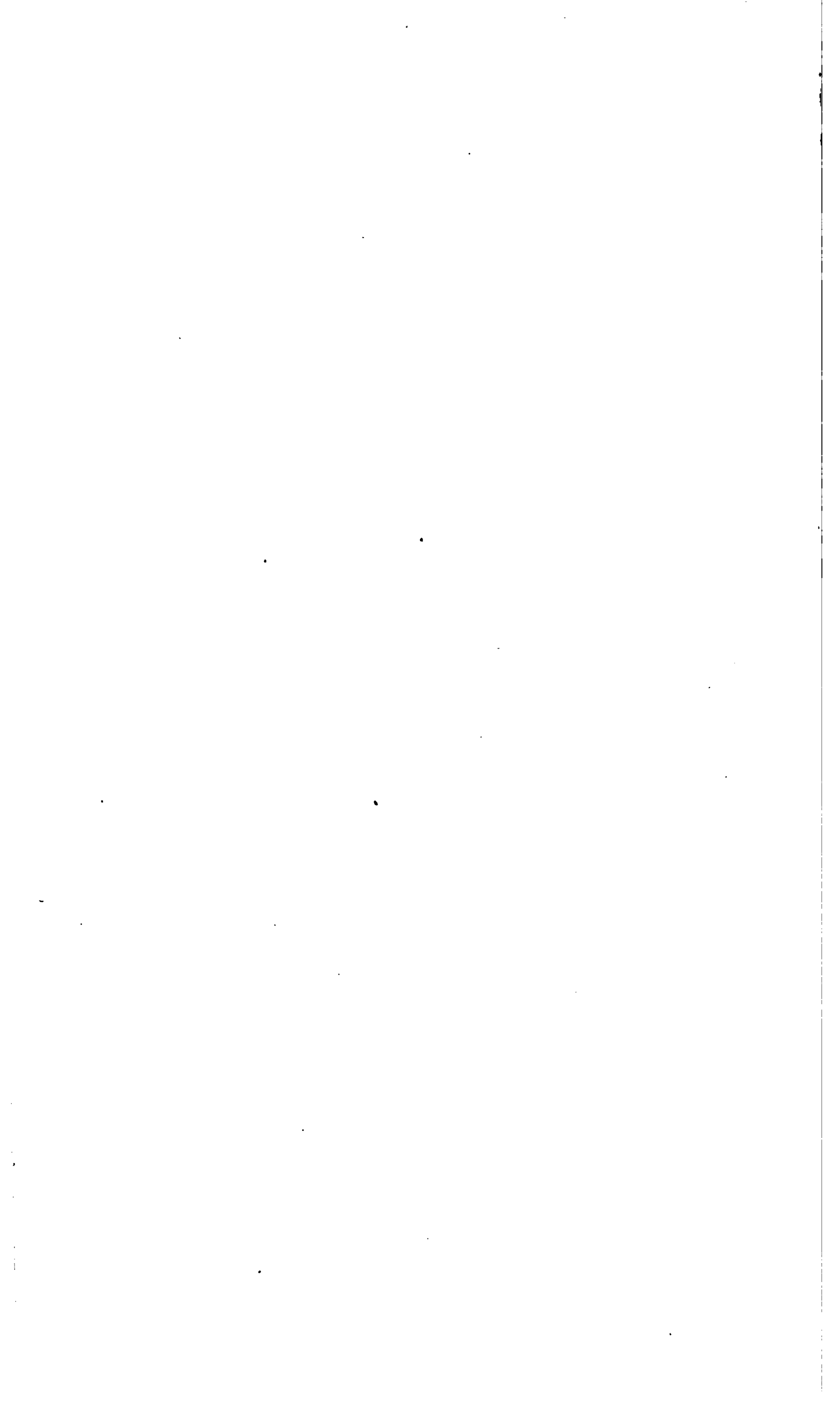




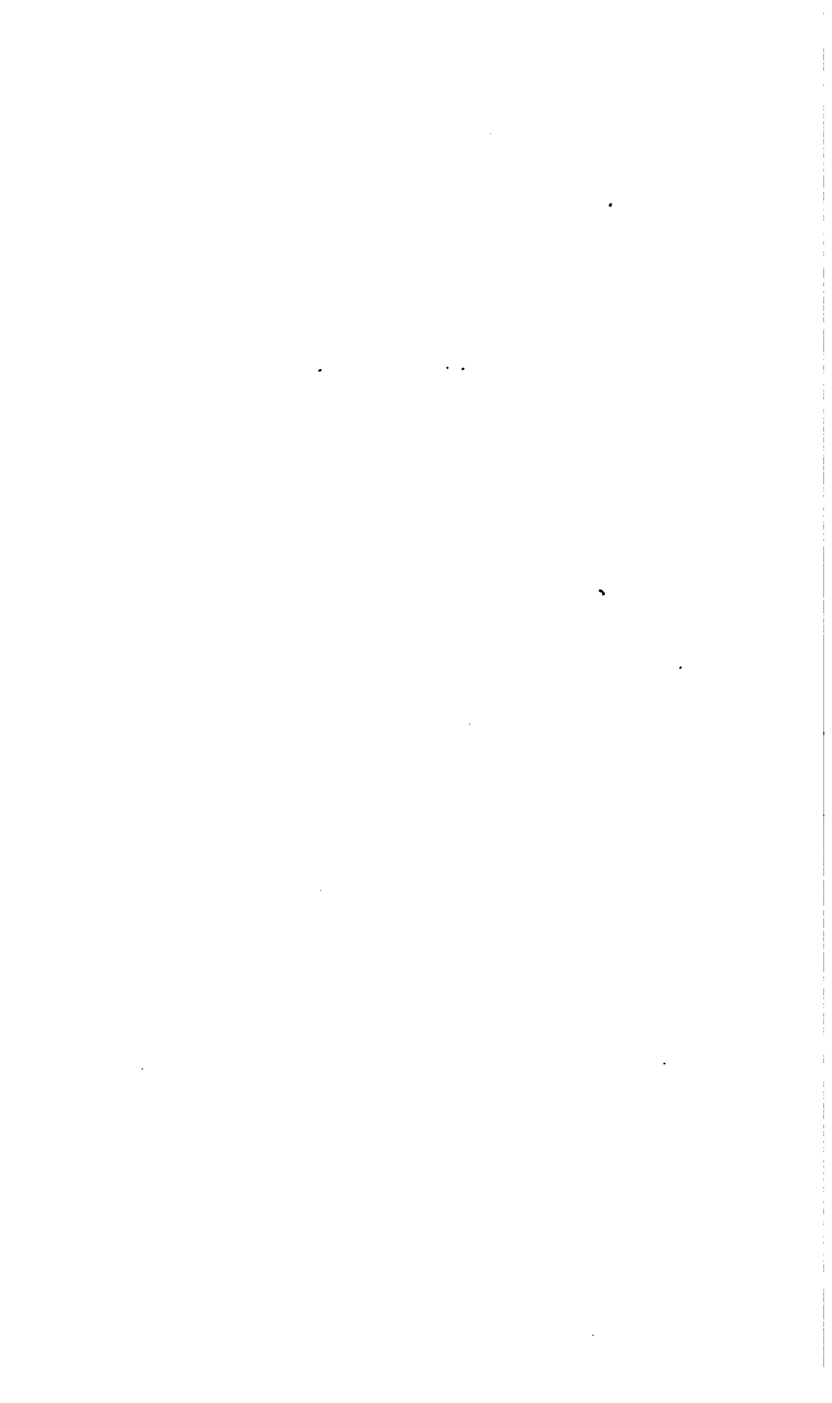




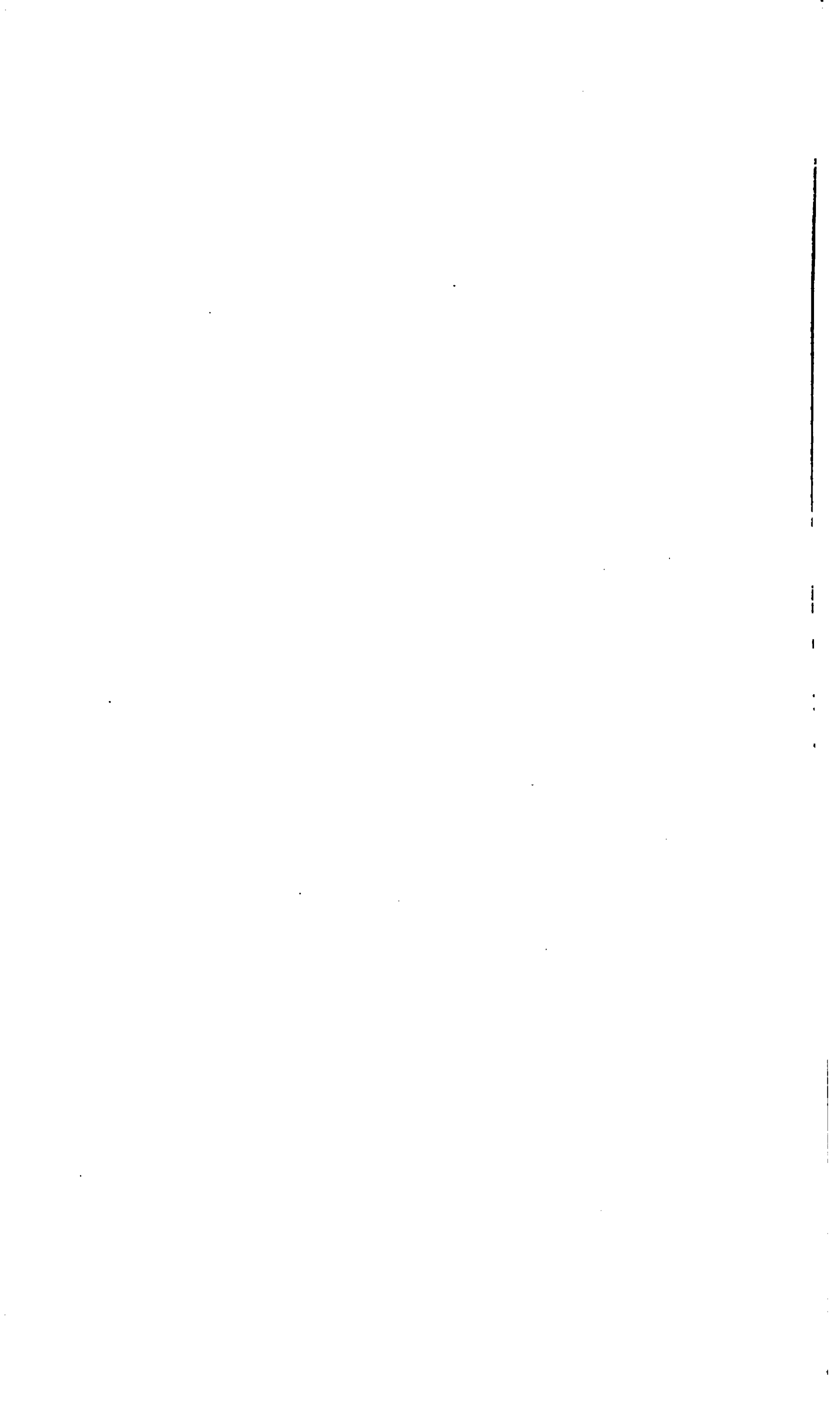






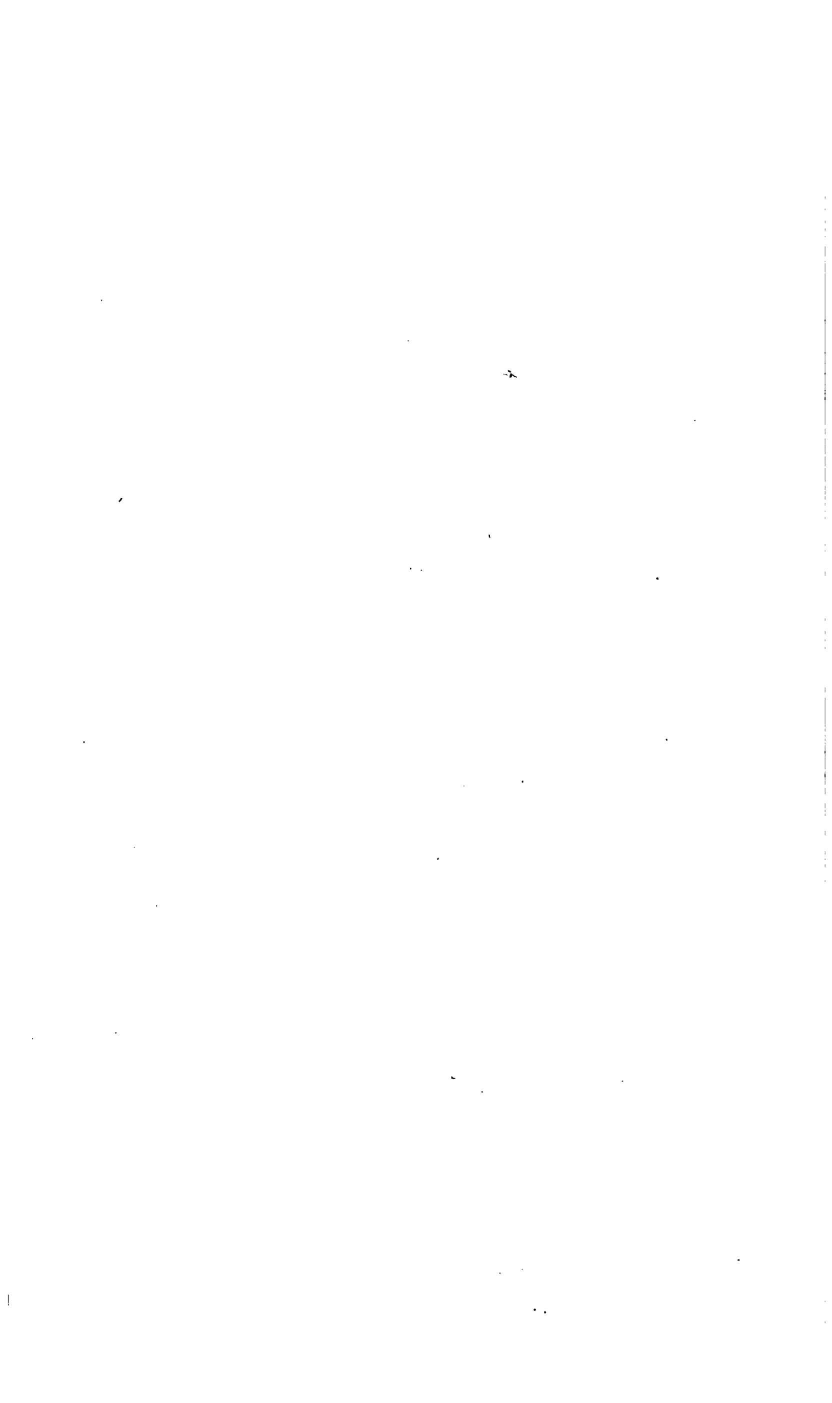


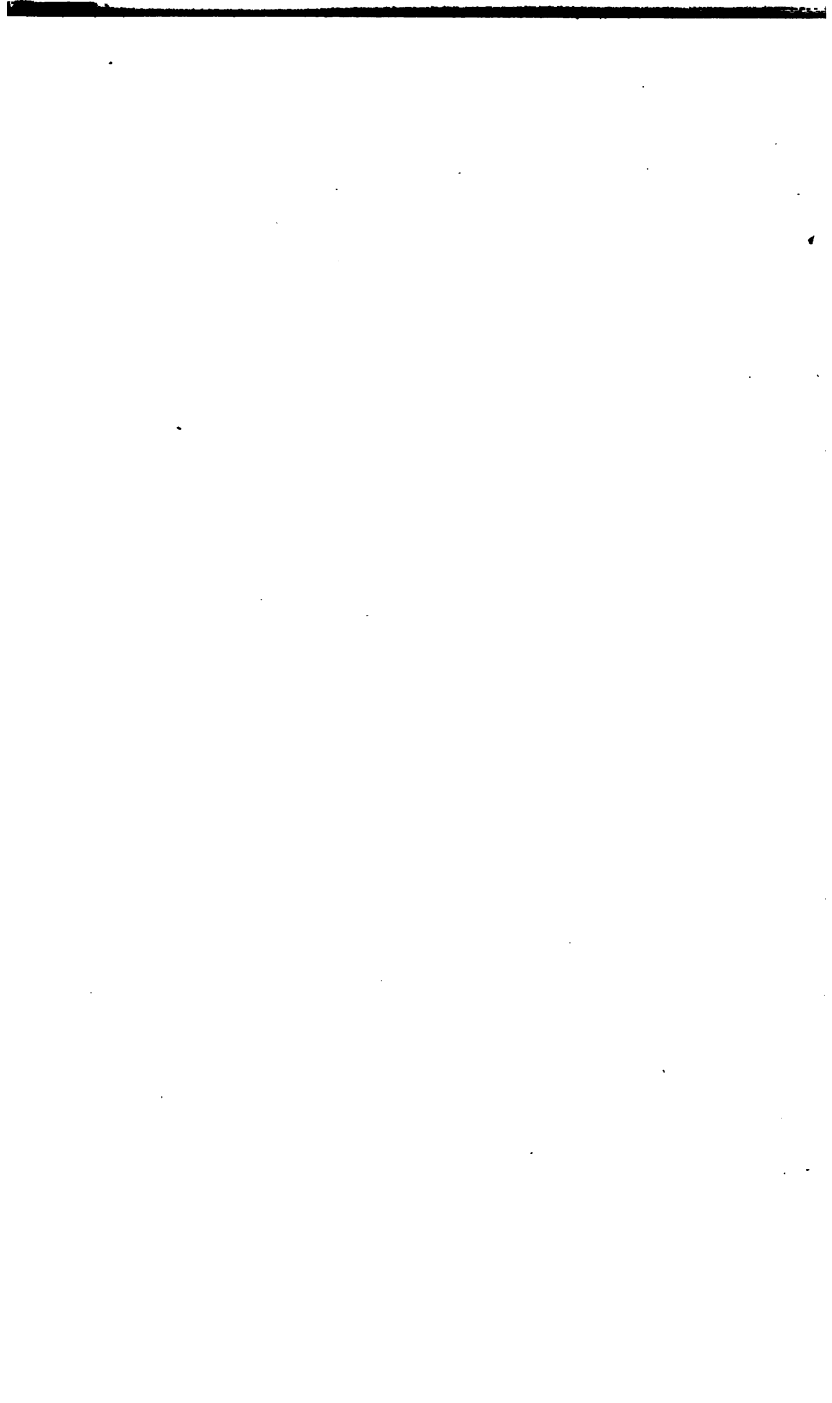


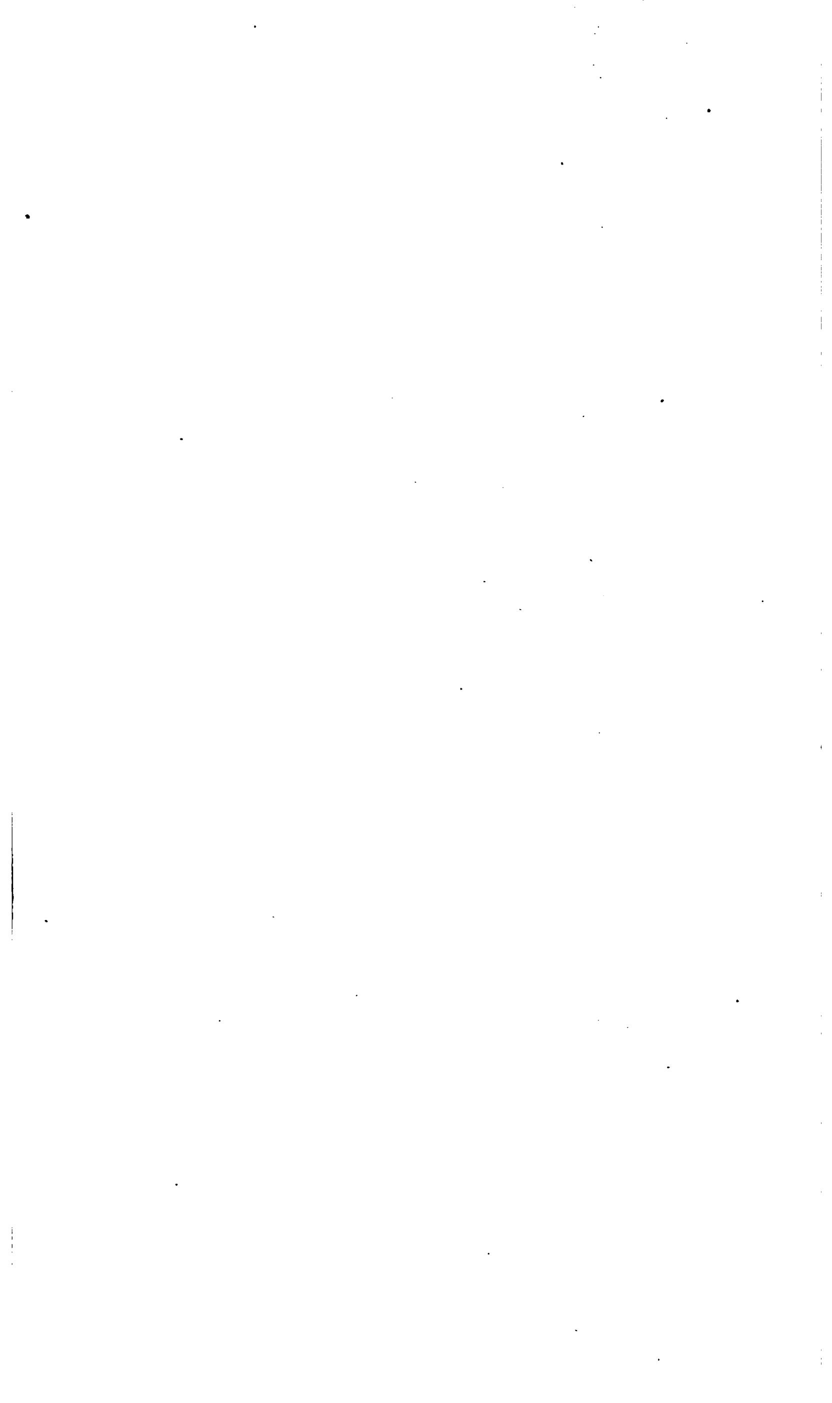




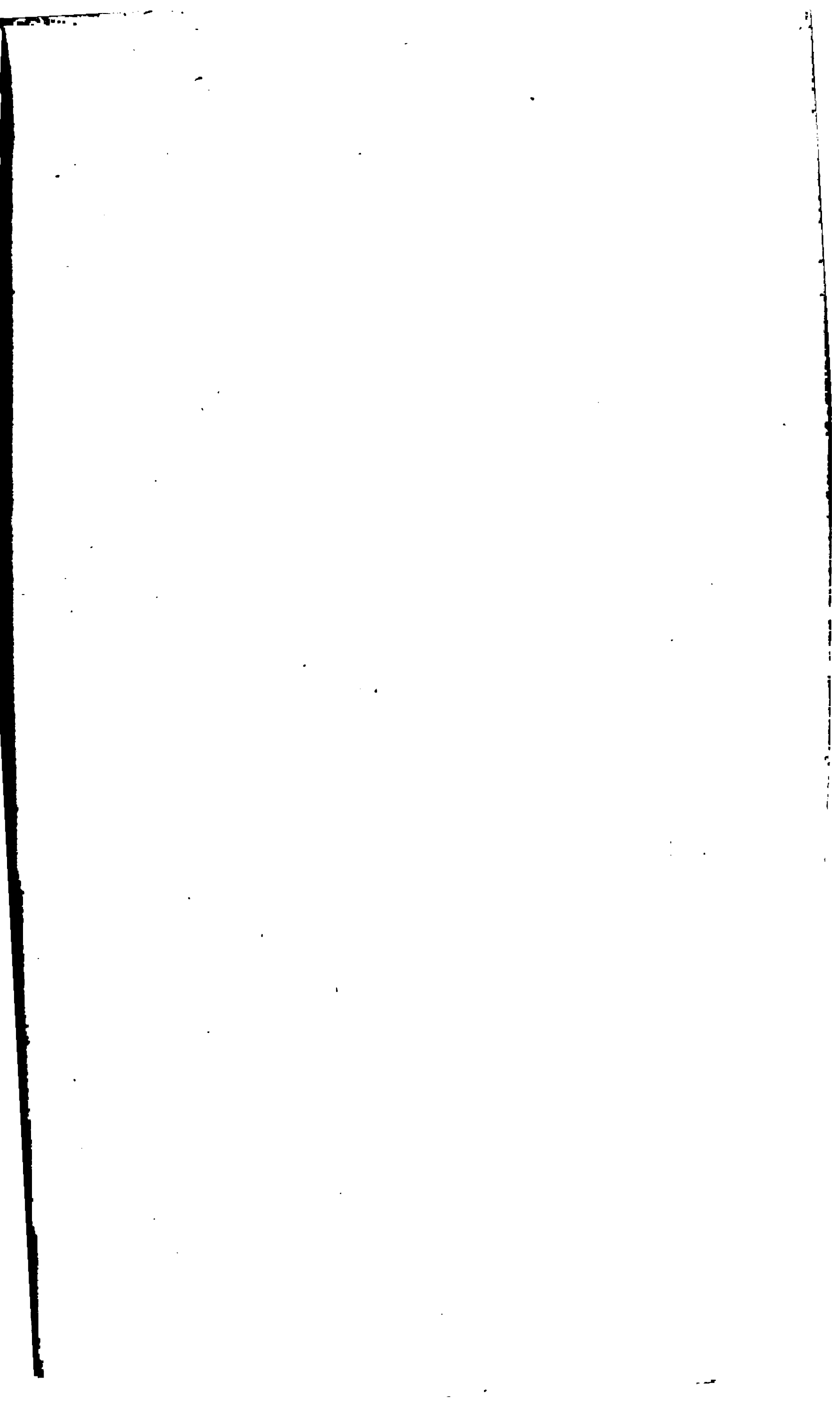




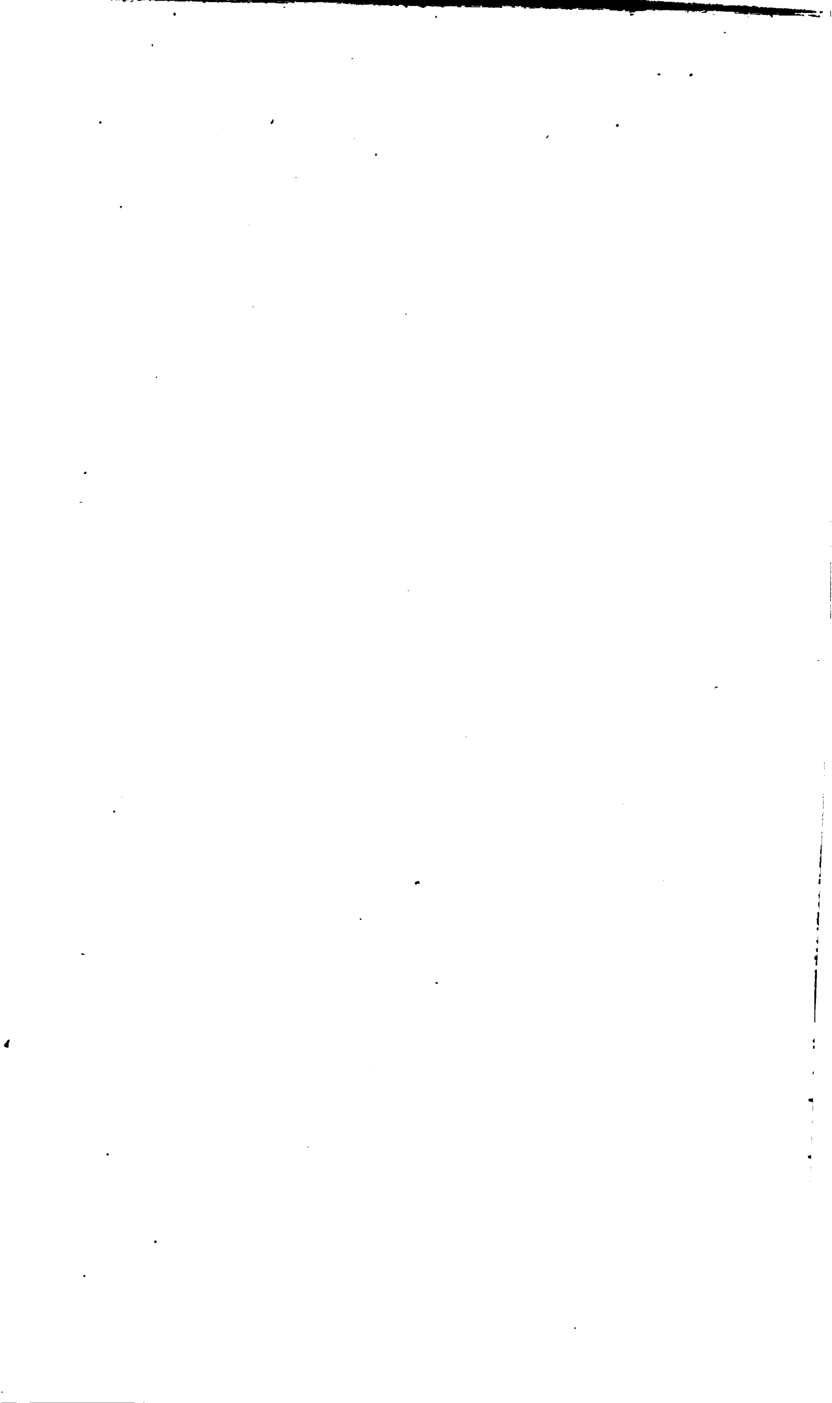


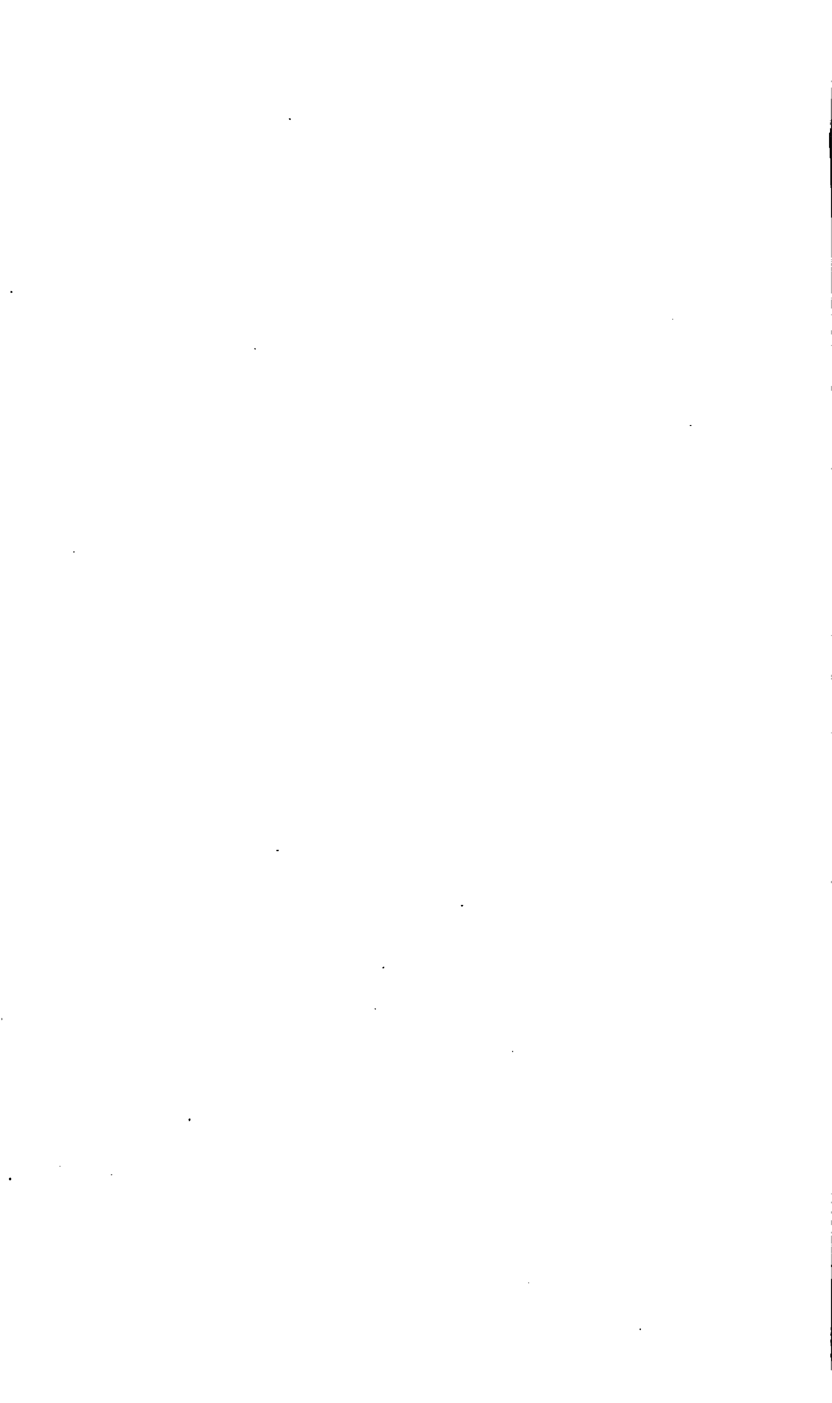


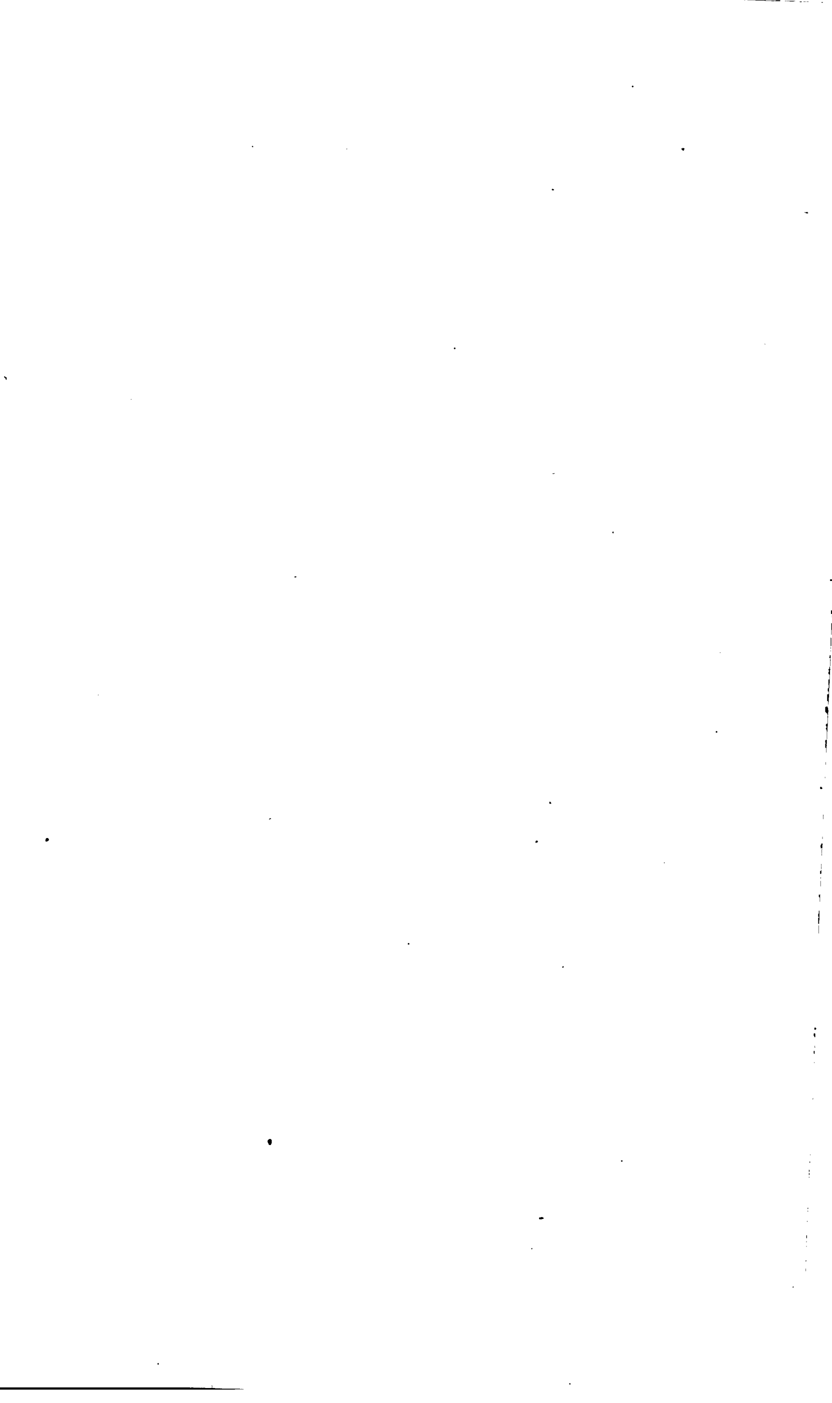
71 01\06 1
48393 BUI

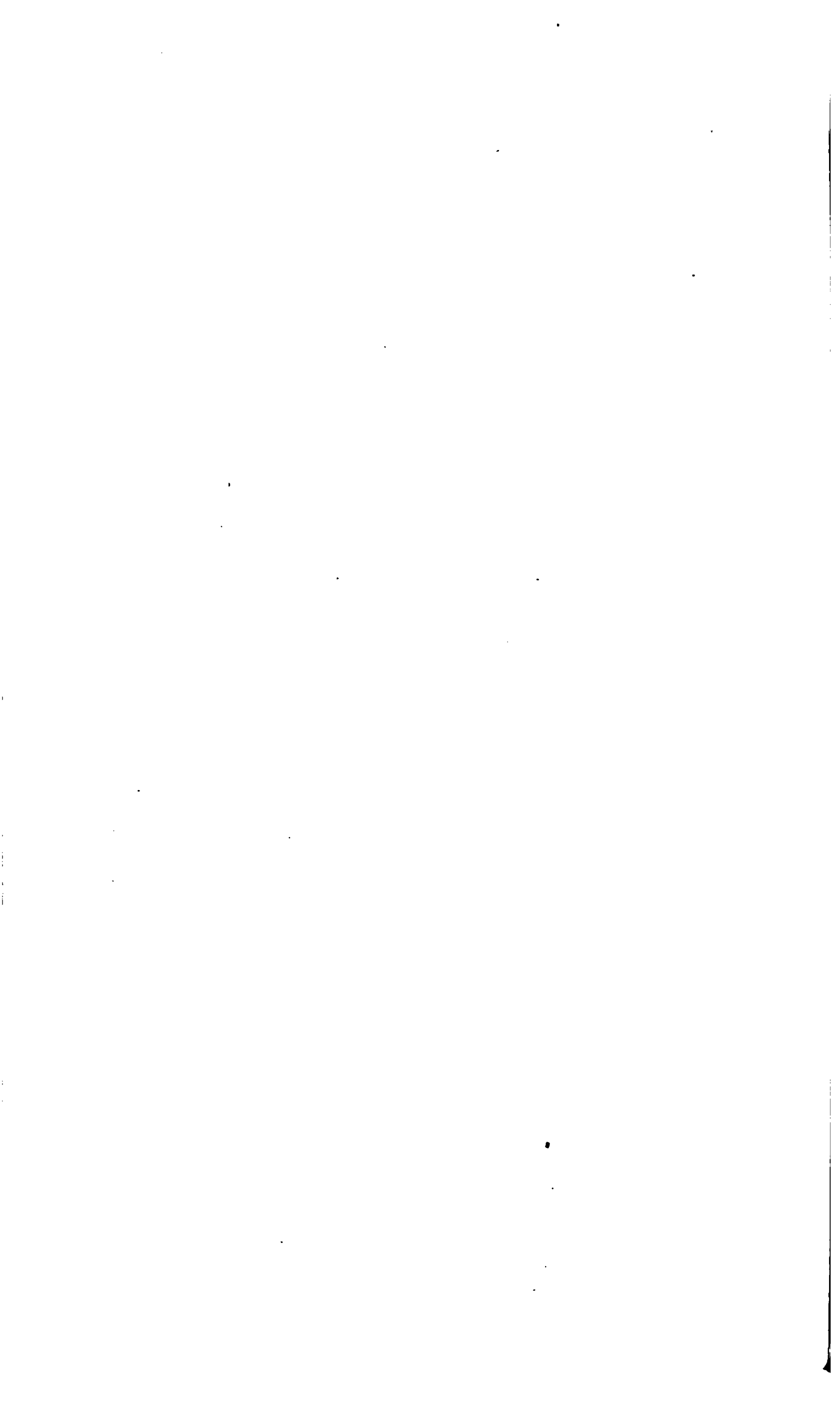




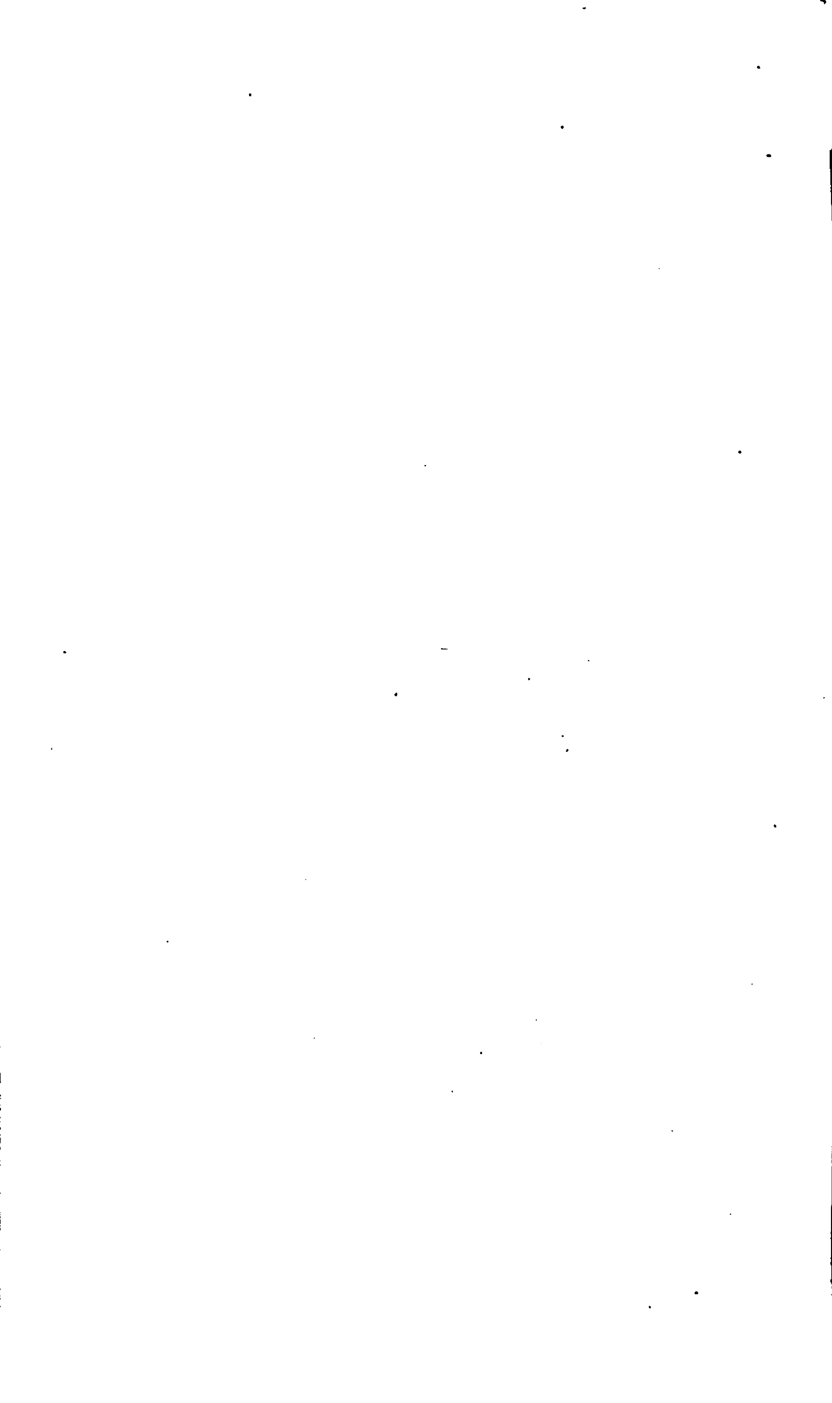




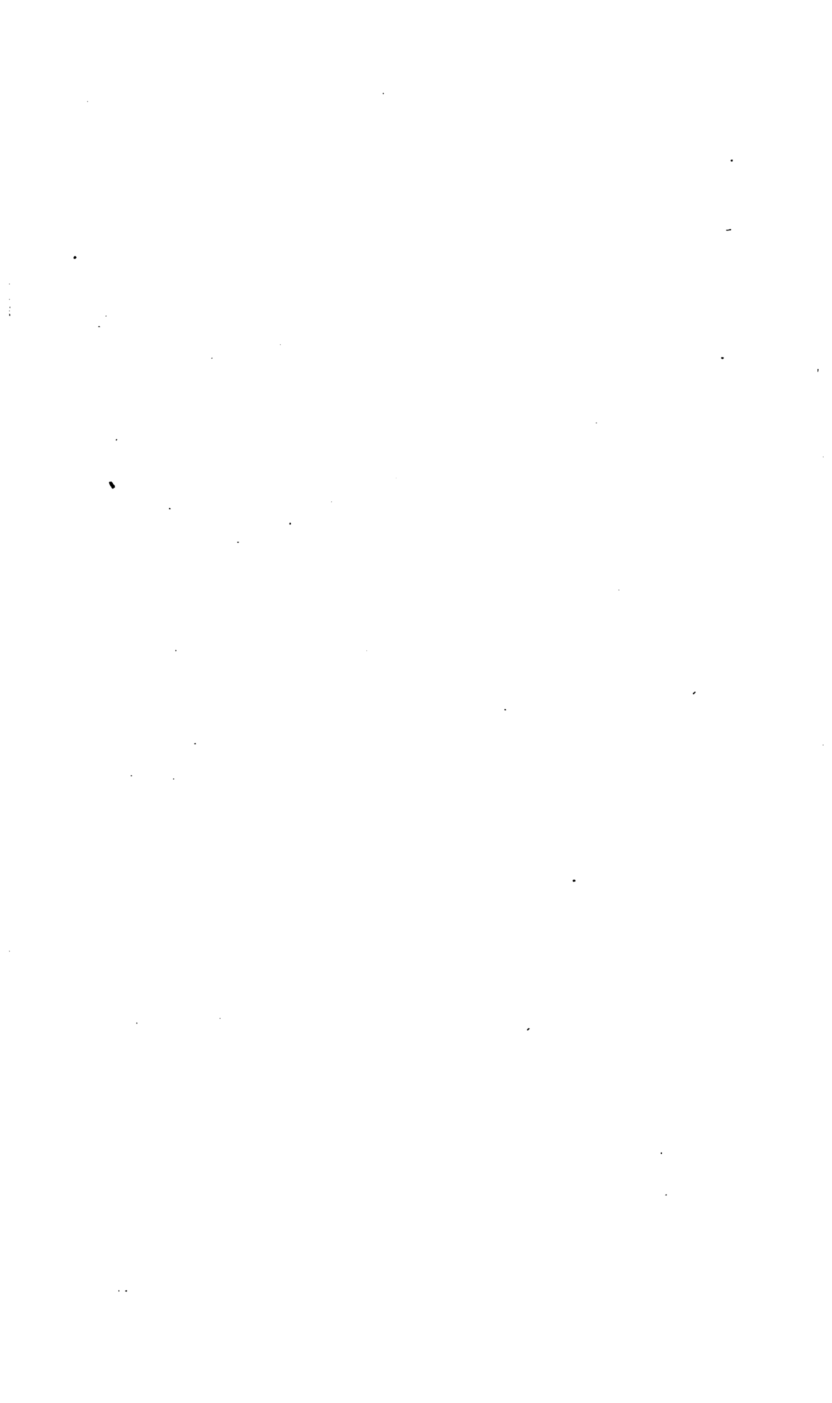










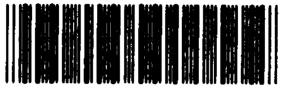



89089672414

B89089672414A



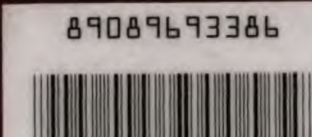
89089693386



b89089693386a



K.F. WENDT LIBRARY
UW COL[illegible]GE OF ENGR.
215 N. [illegible]NDALL AVENUE
MADISON, WI 53706


89089693386
B89089693386A